



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA  
MAESTRIA EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y  
CONSERVACION

TESIS

ESTUDIO MORFOLÓGICO DE *CABALLERORHYNCHUS*  
*LAMOTHEISALGADO-MALDONADO, 1977*, PARÁSITO DE  
PECES MARINOS EN ALGUNAS LOCALIDADES DEL  
ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias en Biodiversidad y  
Conservación

**PRESENTA**

Biol. Ilse Adriana Rodríguez Rivera

**Director (a)**

Dr. Scott Monks

**Comité tutorial**

Dra. Griselda Pulido Flores

Dra. Norma Leticia Manríquez Morán

Dr. Scott L. Gardner

Mineral de la Reforma, Hgo., México, mayo del 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

School of Engineering and Basic Sciences

Área Académica de Biología

Department of Biology

Mineral de la Reforma, Hgo., a 10 de mayo de 2023

Número de control: ICBI-AAB/530/2023

Asunto: Autorización de impresión.

**MTRA.OJUKY DEL ROCIO ISLAS MALDONADO  
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UA EH**

El Comité Tutorial del nombre del producto que indique el documento curricular del programa educativo de posgrado titulado **“Estudio morfológico de *Caballerorhynchus lamothei* Salgado-Maldonado, 1977, parásito de peces marinos en algunas localidades del estado de Veracruz, México”**, realizado por el sustentante **Ilse Adriana Rodríguez Rivera** con número de cuenta **271605** perteneciente al programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN**, una vez que ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente:

**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Por lo que el sustentante deberá cumplir los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente.

**Atentamente  
“Amor, Orden y Progreso”**

El Comité Tutorial

Dr. William Scott Monks  
Vocal



Dra. Griselda Pulido Flores  
Presidente

Dr. Scott L. Gardner  
Secretario

Dra. Norma Leticia Manríquez Morán  
Suplente

ROP/CIAF

Ciudad del Conocimiento  
Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5  
Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma,  
Hidalgo, México. C.P. 42184  
Teléfono: +52 (771) 71 720 00 ext. 6640, 6642  
Fax 2112  
aab\_icbi@uaeh.edu.mx



[www.uaeh.edu.mx](http://www.uaeh.edu.mx)

## **Agradecimientos**

Al Dr. Scott Monks, director del presente trabajo, por ser parte fundamental en mi formación académica, por su enseñanza y apoyo profesional y por compartir conocimientos conmigo.

A la Dra. Griselda Pulido-Flores, por sus enseñanzas, consejos y apoyo en la realización de este proyecto.

A la Dra. Norma Leticia Manríquez-Morán, por su apoyo y enseñanzas para la realización de este proyecto y por tomarse el tiempo para revisar el presente trabajo.

Al Dr. Scott L. Gardner por ser parte del jurado y por los comentarios hechos para mejorar este trabajo.

Agradezco al CONACYT la beca con número de apoyo 772690 y (CVU): 1077157, que me fue otorgada para realizar mis estudios de posgrado.

Al M. en C. Luis García Prieto, por el préstamo de ejemplares de la Colección Nacional de Helminthos (CNHE) del IBUNAM que formaron parte fundamental de esta tesis.

A mis compañeros y amigos de laboratorio Erick gracias infinitas por tus enseñanzas, consejos y siempre brindarme tu apoyo incondicional. Edgar, Francisco y Edith por apoyarme cuando fue necesario y por compartir sus conocimientos. Gracias por la amistad que me brindaron y por guiarme ya que sin su ayuda no hubiera sido posible.

A mis amigos Emiliano, Josué, Lety, Jair, por siempre confiar en mí, por los bonitos y divertidos momentos que hemos pasado juntos, gracias por estar en mi vida y su amistad incondicional.

A mis padres: Edgar Rodríguez y Dionicia Rivera con todo el cariño y amor, gracias por confiar en mí y por su apoyo incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
Helminos parásitos .....	3
Características del Phylum Acanthocephala .....	3
<i>Caballerorhynchus lamothei</i> Salgado Maldonado, 1977.....	5
<b>ANTECEDENTES</b> .....	8
Estudios de morfometría .....	8
Estudios del Phylum Acanthocephala.....	8
Estudios previos en <i>Caballerorhynchus lamothei</i> .....	10
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	11
<b>HIPÓTESIS</b> .....	12
Hipótesis nula ( $H_0$ ).....	12
Hipótesis alternativa ( $H_1$ ).....	12
<b>OBJETIVOS</b> .....	13
Objetivo general .....	13
Objetivos específicos .....	13
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	14
Muestreo del material biológico .....	14
Área de estudio.....	14
Técnicas de fijación, tinción y montaje .....	16
Identificación de los helmintos y hospederos .....	17
Caracterización morfológica .....	17
Análisis morfométrico.....	17
<b>RESULTADOS</b> .....	19

Caracterización morfológica.....	19
Análisis morfométrico.....	24
<b>DISCUSIÓN</b> .....	41
Caracterización morfológica.....	41
Variación morfométrica entre poblaciones.....	42
<b>CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	48
<b>ANEXOS</b> .....	56

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Registros previos de <i>C. lamothei</i> en el estado de Veracruz, México (García-Prieto et al., 2010).....	6
<b>Cuadro 2.</b> Dimensiones de los ganchos de <i>Caballerorhynchus lamothei</i> de acuerdo con (Salgado-Maldonado, 1977).....	7
<b>Cuadro 3.</b> Eigenvalores y porcentajes de varianza obtenidos por el análisis de componentes principales entre los diferentes hospederos para las hembras de <i>Caballerorhynchus lamothei</i> . ....	24
<b>Cuadro 4.</b> Eigenvalores y porcentajes de varianza obtenidos por el Análisis de Componentes Principales entre las localidades para las hembras de <i>Caballerorhynchus lamothei</i> . ....	24
<b>Cuadro 5.</b> Eigenvalores y porcentajes de varianza obtenidos por el Análisis de Componentes Principales entre los hospederos para los machos del género <i>Caballerorhynchus</i> . ....	28
<b>Cuadro 6.</b> Eigenvalores y porcentajes de varianza obtenidos por el Análisis de Componentes Principales entre las localidades para los machos de <i>Caballerorhynchus lamothei</i> . ....	29
<b>Cuadro 7.</b> ANOVA múltiple para el contraste entre las distancias de Mahalanobis morfológicas generadas por el análisis de funciones discriminantes, entre las localidades evaluadas para los machos del género <i>Caballerorhynchus</i> . ....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Morfología general para los organismos del Phylum Acanthocephala.....	5
<b>Figura 2.</b> Zonas de estudio en el estado de Veracruz. ....	16
<b>Figura 3.</b> Ejemplares del género <i>Caballerorhynchus</i> provenientes de Tuxpan, Veracruz. A) Macho B) Hembra. Escala: 460µm. ....	23
<b>Figura 4.</b> Atributos que causan variación en el PCA para ejemplares hembras de acuerdo con la localidad de procedencia.....	26
<b>Figura 5.</b> Análisis de Componentes Principales entre las hembras de <i>Caballerorhynchus lamothei</i> de dos hospederos analizados. ....	27
<b>Figura 6.</b> Análisis de Componentes Principales entre las hembras de distintas poblaciones/localidades de <i>Caballerorhynchus lamothei</i> ). ....	28
<b>Figura 7.</b> Atributos que causan variación en el PCA para ejemplares machos de acuerdo con su localidad/población de procedencia. ....	31
<b>Figura 8.</b> Análisis de componentes principales entre los machos de <i>Caballerorhynchus lamothei</i> de dos hospederos analizados. ....	32
<b>Figura 9.</b> Análisis de Componentes Principales entre distintas poblaciones / localidades de los machos de <i>Caballerorhynchus lamothei</i> . ....	32
<b>Figura 10.</b> Análisis de Factores Discriminantes entre las hembras del género <i>Caballerorhynchus</i> de las tres poblaciones analizadas. ....	34
<b>Figura 11.</b> Análisis de Factores Discriminantes entre los machos del género <i>Caballerorhynchus</i> de cinco poblaciones analizadas. ....	36
<b>Figura 12.</b> ANOVA de los scores obtenidos por el análisis de funciones discriminantes de los machos. Las letras representan las comparaciones posteriores de HSD ( $p < 0.000025$ en todos los casos). ....	38
<b>Figura 13.</b> ANOVA de los scores obtenidos por el análisis de funciones discriminantes de las hembras. Las letras representan las comparaciones posteriores de HSD ( $p < 0.000022$ , entre <i>Caballerorhynchus</i> sp. y las otras dos muestras). ....	40

## ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Ejemplares analizados para este estudio. ....	56
<b>Anexo 2.</b> Caracteres morfométricos. ....	59
<b>Anexo 3.</b> Coeficientes de cada una de las variables obtenidos en el Análisis de Componentes Principales entre los diferentes hospederos para las hembras de <i>Caballerorynchus lamothei</i> . ....	60
<b>Anexo 4.</b> Coeficientes obtenidos en el Análisis de Componentes Principales entre las diferentes localidades/poblaciones para las hembras de <i>Caballerorynchus lamothei</i> . ....	60
<b>Anexo 5.</b> Coeficientes obtenidos en el Análisis de Componentes Principales entre los diferentes hospederos para los machos de <i>Caballerorynchus lamothei</i> . ....	61
<b>Anexo 6.</b> Coeficientes obtenidos en el Análisis de Componentes Principales entre las diferentes localidades/poblaciones para los machos de <i>Caballerorynchus lamothei</i> . ....	62
<b>Anexo 7.</b> Coeficientes canónicos estandarizados obtenidos por el Análisis de Funciones Discriminantes entre los diferentes hospederos para las hembras de <i>Caballerorynchus lamothei</i> . ....	63
<b>Anexo 8.</b> Coeficientes canónicos estandarizados obtenidos por el Análisis de Funciones Discriminantes entre las diferentes localidades para las hembras del género <i>Caballerorynchus</i> . ....	64
<b>Anexo 9.</b> Coeficientes canónicos estandarizados obtenidos por el Análisis de Funciones Discriminantes entre las diferentes localidades para los machos del género <i>Caballerorynchus</i> . ....	64
<b>Anexo 10.</b> Análisis de factores con rotación varimax normalizado para los machos. ....	65
<b>Anexo 11.</b> Análisis de factores con rotación varimax normalizado para las hembras. ....	66



## **RESUMEN**

Se realizó un análisis morfológico de individuos pertenecientes al género *Caballerorhynchus* en *Eugerres plumieri* y *Diapterus auratus* en las localidades de Tamiahua, Tuxpan, Boca del Río, Catemaco y Sontecomapan, en el estado de Veracruz, México, con el objetivo de identificar a los organismos recolectados y evaluar su variación morfológica. El análisis se realizó por localidades y hospederos, se incluyeron 23 caracteres en machos y 25 en hembras en 59 individuos machos y 53 hembras. A través de un análisis de componentes principales (PCA) se obtuvieron 13 caracteres en hembras y 8 en machos, que explican la variabilidad en los componentes; posteriormente se realizó un análisis de factores discriminantes (AFD) para evaluar la variación morfológica de acuerdo con la localidad y hospedero. El análisis por hospederos resultó significativo únicamente para las hembras, mientras que el análisis por localidades resultó significativo para machos y hembras. Los resultados mostraron que las hembras varían morfológicamente en un gradiente latitudinal, sin embargo, el patrón de variación latitudinal para los machos mostró que no todos los atributos se ajustan a tal estratificación. Los resultados obtenidos indican que las poblaciones analizadas podrían corresponder a dos grupos distintos no descritos con anterioridad.

## INTRODUCCIÓN

Al conjunto de especies que interactúan entre ellas y el ambiente abiótico en un área determinada se le denomina ecosistema. Debido a su ubicación geográfica, México tiene una gran diversidad de ecosistemas, que van desde montañas hasta mares profundos (CONABIO, 2022). La alta variedad de recursos y ecosistemas marinos presentes, en términos de litorales y superficie marina, hacen que se posicione como el duodécimo país mejor dotado del mundo en términos de superficie y riqueza marina (Lara-Lara et al., 2008). Los ecosistemas marinos debido a su gran tamaño son una de las principales reservas de biodiversidad en el mundo, y a pesar de esto, no se tiene bien documentada la diversidad de especies presentes, lo que conlleva a un gran problema ya que en la actualidad muchas especies están desapareciendo a un ritmo acelerado.

En ocasiones se puede reconocer y diferenciar con facilidad una especie de otra, sin embargo, existen muchas especies difíciles de diferenciar o que son tan variables que parecen ser diferentes pero corresponden a una sola (Pérez-Schultheiss, 2017). Debido a esto es necesaria la identificación y descripción correcta de la diversidad biológica existente en un área determinada para conocer su funcionamiento y hacer un uso adecuado de ella. El estudio de la morfología de los organismos ha representado un papel importante en la identificación y clasificación taxonómica. Actualmente, su estudio es muy útil en distintos campos de la biología, permitiendo diferenciar insectos (Mutanen & Pretorius, 2007)) peces (Clabaut et al., 2007), mamíferos (Rohlf et al., 1996), aves (Sheets et al., 2006), incluso árboles (Liu et al., 2018). Lo mismo sucede para la identificación de helmintos parásitos, en los cuales, la morfología de los especímenes se ha usado de tal forma que se han elaborado claves de

identificación morfológica y minuciosas descripciones que permiten su identificación con base en esas características (Delgado-Serra, 2015).

### **Helmintos parásitos**

La riqueza de especies es desigual en los distintos grupos biológicos (Pianka, 2011). Se sabe, que en las comunidades de helmintos parásitos de peces marinos son más ricas en número de especies e individuos que las de peces de agua dulce (Rodríguez-González & Vidal-Martínez, 2008). Los helmintos parásitos son un componente de la biodiversidad, y son considerados piezas clave en los distintos ecosistemas, debido al papel regulador que tienen sobre las poblaciones de sus hospederos y en la estructura de sus comunidades (Bautista-Hernández et al., 2013). Además, considerando que un gran número de individuos presentan una relación hospedero-parásito, es fundamental conocer a los organismos involucrados para poder evaluar el impacto que tienen los helmintos sobre los ecosistemas, y para entender la historia compartida de coevolución con sus hospederos (MacKenzie, 1987; MacKenzie et al., 1995).

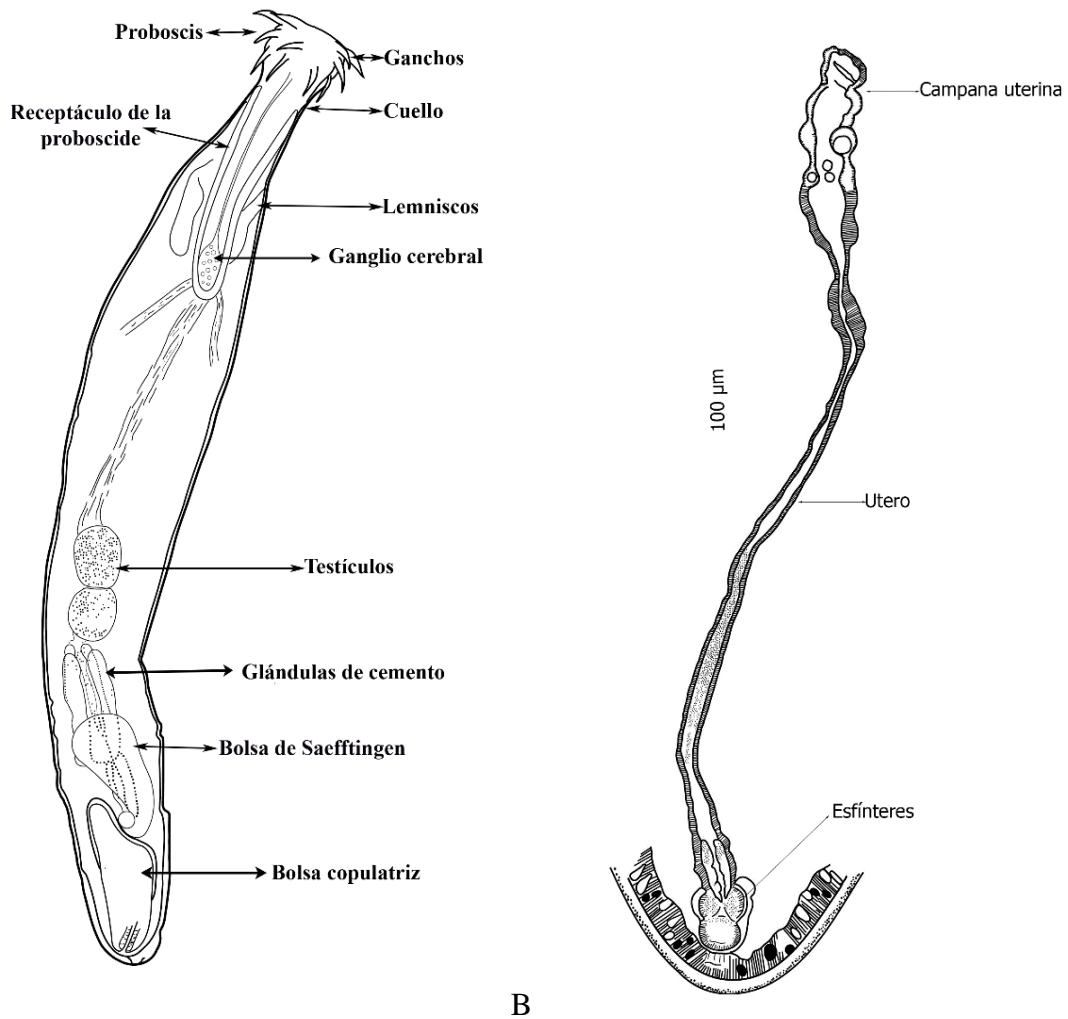
### **Características del Phylum Acanthocephala**

El phylum Acanthocephala está constituido por más de 1200 especies (Monks & Richardson, 2011; Pinacho-Pinacho, 2019). Se encuentra dividido en cuatro clases Archiacanthocephala, Eoacanthocephala, Palaeacanthocephala y Polyacanthocephala que constituyen un grupo monofilético de helmintos exclusivamente parásitos (Brusca & Brusca, 2003; Pinacho-Pinacho, 2019).

Los acantocéfalos son conocidos como gusanos de cabeza espinosa debido a que presentan una probóscide característica provista de ganchos y son endoparásitos del intestino de toda clase de vertebrados. Estos organismos se caracterizan por presentar una adaptación

a la vida parásita con una reducción del sistema digestivo. El cuerpo de los acantocéfalos consta de una probóscide invaginable ubicada en la región anterior del cuerpo armada de numerosos ganchos. Son organismos blastocelomados, bilaterales, con un cuerpo cilíndrico y alargado (Figura 4). Carecen de aparato respiratorio y digestivo, por lo que la pared del cuerpo o tegumento absorbe los nutrientes que son distribuidos por un sistema lagunar de canales asociado a este (Kennedy, 2006) Algunas especies presentan un sistema excretor de tipo protonefridial; el sistema nervioso es ganglionar, con un ganglio cerebral y cordones longitudinales dirigidos hacia la parte anterior (presoma) y posterior (metasoma) del cuerpo. El presoma comprende la probóscide, el cuello, el receptáculo de la probóscide y los lemniscos, que se originan en la base del cuello. En el metasoma o tronco se encuentran los órganos reproductores masculinos y femeninos (García-Prieto et al., 2014)

Los acantocéfalos son gococóricos, los machos presentan un par de testículos ubicados normalmente uno detrás del otro, que se conectan con diferentes conductos que se unen y desembocan en el pene. También presentan órganos sexuales accesorios como las glándulas de cemento que pueden ser sinciciales, que producen una sustancia que sella la vagina después de la cópula. Presentan una bolsa o bursa copulatriz y el saco (o bolsa) de Saefftingen, que controla la eversión de la bursa durante la cópula (Schmidt et al., 2009). En el caso de las hembras el ovario crece y se fragmenta formando algo parecido a masas o esferas durante las etapas tempranas del desarrollo. Estas masas se encuentran flotando libremente en el saco ligamentario que se encuentra unido a un órgano muscular en forma de embudo denominado campana uterina y en la cual ocurre la selección de huevos permitiendo solo el paso a los maduros hacia el útero y vagina para finalmente llegar al poro genital.



**Figura 1.** Morfología general para los organismos del Phylum Acanthocephala. A) Macho B) Hembra (Modificado de Salgado-Maldonado, 1977).

***Caballerorhynchus lamothei* Salgado Maldonado, 1977**

El género *Caballerorhynchus* parasita a peces marinos, tanto jóvenes como adultos y alguna especie desconocida de crustáceo marino que es parte del alimento de su hospedero definitivo. El género fue definido con base en caracteres morfológicos en la familia Cavisomidae, pero no existe información publicada sobre sus relaciones filogenéticas.

*Caballerorhynchus lamothei* es la única especie conocida del género, se caracteriza por presentar cuerpo fusiforme, con una probóscide claviforme pequeña, con la presencia de 18 ganchos dispuestos en tres círculos de seis ganchos cada uno. El primer registro y descripción fue como parásito de *Diapterus auratus* antes *Diapterus olisthostomus* (Pisces: Gerreidae), recolectado en la laguna de Sontecomapan, Veracruz (Salgado-Maldonado, 1977). Desde entonces, la especie ha sido reportada en los estados de Oaxaca, Tabasco y Veracruz. En Veracruz, se tienen registros en cinco localidades (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Registros previos de *C. lamothei* en el estado de Veracruz, México (García-Prieto et al., 2010).

Especie de hospedero	Localidad
	Boca del Río
<i>Eugerres plumieri</i>	Laguna de Sontecomapan
	Laguna de Alvarado
<i>Bagre marinus</i>	Estero Tecolutla
	Estero Tecolutla
<i>Cathorops melanopus</i>	Río Tecolutla
<i>Bairdiella chrysoura</i>	Laguna de Alvarado
<i>Cathorops melanopus</i>	Laguna de Alvarado
	Laguna de Alvarado
<i>Diapterus auratus</i>	Laguna de Sontecomapan
<i>Diapterus rhombeus</i>	Laguna de Alvarado
<i>Centropomus parallelus</i>	Laguna de Alvarado
	Laguna de Sontecomapan
<i>Centropomus undecimalis</i>	Laguna de Alvarado
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Laguna de Alvarado
<i>Lagodon rhomboides</i>	Laguna de Alvarado
<i>Micropogonias undulatus</i>	Laguna de Alvarado
<i>Leiostomus xanthurus</i>	Laguna de Alvarado

Morfológicamente los adultos se caracterizan por poseer un cuerpo fusiforme, el cuerpo del macho tiene una longitud máxima de 3.220 mm y en la hembra de 4.153 mm, la probóscide es pequeña de 0.217 mm de largo y 0.243 de ancho en los machos y 0.262 mm de largo por 0.318 mm de ancho en las hembras. Los ganchos son grandes y robustos, los ganchos apicales son más grandes y anchos, pero menos curvados (Cuadro 2). *Caballerorhynchus lamothei* presenta un cuello corto y grueso y bien diferenciado de la probóscide. En los machos la longitud del tronco es de 2.495 a 2.930 mm, y en las hembras de 2.688 a 3.703 mm. Su ancho máximo se localiza en la parte media y presenta núcleos o fragmentos nucleares poco visibles en la pared del tronco. El aparato reproductor masculino está constituido de dos testículos situados posteriormente al receptáculo de la probóscide y cuatro glándulas de cemento ubicadas después del testículo posterior. El aparato reproductor femenino presenta un útero delgado y largo. La campana uterina es alargada, mide de 0.183 a 0.205 mm de largo por 0.056 mm de ancho. En machos y hembras el gonópodo es terminal.

**Cuadro 2.** Dimensiones de los ganchos de *Caballerorhynchus lamothei* de acuerdo con (Salgado-Maldonado, 1977).

<b>Gancho</b>	<b>Macho</b>		<b>Hembra</b>	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho
Anterior	0.142	0.026	0.168	0.018
Medio	0.093	0.018	0.142	0.033
Basal	0.112	0.015	0.131	0.026

\*Medidas en milímetros

## ANTECEDENTES

### Estudios de morfometría

Los análisis morfológicos son importantes para la descripción de una especie. Se sabe que los rasgos morfológicos y la historia de vida de las especies son afectados por factores

externos; es decir por las condiciones ambientales (Paterson & Banks, 2001). En el caso de los parásitos, el hospedero determina las condiciones ambientales en la que ellos viven (Hochberg et al., 1992).

Los estudios morfométricos en acantocéfalos se han enfocado en la cuantificación de su variación morfológica, y han sido útiles para identificar especies poco variables entre sí (Alemán-García, 2006). Los métodos morfométricos han sido ampliamente utilizados por diversos autores, por ejemplo, Amin & Huffman, 1984, Amin, 1986; Amin, 1986; Amin, 1986, Buckner, 1976; Gleason & Huffman, 1981 y Salgado-Maldonado, 1985, por mencionar algunos. Estos estudios son numerosos y consisten principalmente en análisis morfológicos detallados, enfocados en la medición de las estructuras en las cuales se puede observar la variación existente, así como la discriminación de nuevas especies.

### **Estudios del Phylum Acanthocephala**

Entre los helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México, los acantocéfalos son el grupo que menos atención ha recibido (Pérez-Ponce de León & García-Prieto, 2001). Monks & Richardson (2011) determinaron que el número de especies de acantocéfalos en México asciende a 60 especies, que constituyen alrededor del 5% de la diversidad mundial. De acuerdo con los autores mencionados, en el mundo hay 1194 especies, incluidas en 22 familias y 147 géneros. García-Prieto (2010) y García-Varela et al. (2010) mencionan que se han registrado 33 taxones no identificados en un nivel específico, debido principalmente a que su estado de desarrollo no ha permitido su determinación. Estos valores se obtuvieron a partir de la consulta a colecciones científicas, principalmente la Colección Nacional de Helmintos (CNHE), Instituto de Biología, UNAM, México; United States National Parasite



Collection (USNPC), Maryland, EUA y Harold W. Manter Laboratory of Parasitology Collection (HWML), Nebraska, EUA, así como a literatura especializada.

Se tienen registros de diversos trabajos relacionados con la variación morfológica en acantocéfalos. Amin (1986) realizó un estudio de tres especies de *Acanthocephalus*, evaluando las relaciones entre estas, con base en caracteres morfológicos. Este fue el primer estudio de acantocéfalos que incluía morfología y métodos cladísticos. Posteriormente Monks (2001) propuso la filogenia de Acanthocephala con base en la morfología. En este estudio se tomaron en cuenta 138 caracteres binarios y multiestado derivados de la morfología y estudios ontogenéticos. Con base en estos datos se comprueba que los caracteres morfológicos de los acantocéfalos son útiles en los estudios filogenéticos.

O'Mahony et al. (2004) realizaron un estudio en *Pomphorhynchus laevis*, tomaron diferentes medidas tales como el largo y ancho del tronco, cuello, bulbo y probóscide. También registraron el número de ganchos por hilera, el número de hileras y las posiciones de los ganchos más gruesos y largos. Se demostró que este tipo de caracteres son importantes para diferenciar poblaciones en diferentes hospederos.

Entre los trabajos más destacados sobre la morfología de acantocéfalos se encuentra el de Salgado-Maldonado (1976), quién redescubrió a *Dollfusentis chandleri* debido a que se tenían confusiones en la descripción realizada anteriormente. Esta descripción está basada en diversos caracteres morfológicos que fueron medidos con el fin de compararlos con especies descritas previamente y así diferenciar de otras especies.

Otro estudio basado en la morfología de acantocéfalos es el realizado por Salgado-Maldonado (1976) quien describió a *Dullfusentis bravoae* con base en caracteres

morfológicos en ejemplares recolectados en Sontecomapan, Veracruz, y concluyó que la especie difiere del resto de las especies de este género por poseer menor número de ganchos en la proboscis (16-17), así como la forma de la parte terminal posterior del tronco de la hembra.

### **Estudios previos en *Caballerorhynchus lamothei***

La especie *Caballerorhynchus lamothei* fue descrita con base en medidas de sus estructuras morfológicas. En los ejemplares tipo, la longitud total es de 3.2 mm en el macho y de 4.2 mm en la hembra. La probóscide es claviforme, pequeña y la anchura y grosor de los ganchos decrece del ápice a la base, el recurvamiento aumenta en ese sentido. Otro reporte de ejemplares reconocidos como *C. lamothei* en un ejemplar de *Eugerres plumieri* del estado de Veracruz, en las localidades de Boca del Río y Sontecomapan (Salgado-Maldonado, 1980). Recientemente, Rodríguez-Rivera et al. (2019) realizaron un reporte e identificación preliminar de esta especie de acantocéfalo en *Eugerres plumieri* en la laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz. Sin embargo, esta localidad está fuera de su distribución conocida.

## JUSTIFICACIÓN

Los estudios morfológicos de los organismos son de gran importancia ya que con estos métodos se puede reconocer especies, separarlas y agruparlas (Alemán-García, 2006). La medición de estructuras es indispensable para establecer intervalos de comparación entre especies o dentro de éstas, además este tipo de estudios permiten discriminar el grado de variación presente en cada una de ellas (Crovello, 1970). Actualmente, se usan estos datos para establecer hipótesis de relaciones filogenéticas entre organismos desempeñando un papel crucial en la identificación de casi todos los grupos de organismos ya que hasta nuestros días las especies se describen e identifican con base en este tipo de estudios (Crovello, 1970). La especie *Caballerorhynchus lamothei* se considera poco estudiada ya que solo se cuenta con una descripción basada en 17 caracteres morfológicos en hembras y 21 en machos y no cuenta con más estudios, por lo tanto, la presente investigación permitirá aportar información útil sobre esta especie de acantocéfalo en el estado de Veracruz.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

*Caballerorhynchus lamothei* es una especie que parasita a *Eugerres plumieri* y *Diapterus auratus* y tiene una distribución amplia del norte al sur del estado de Veracruz.

### **Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)**

*Caballerorhynchus lamothei* es una especie que parasita a *Eugerres plumieri* y *Diapterus auratus* con una distribución restringida en el sur del estado de Veracruz.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Identificar morfológicamente a ejemplares de la especie *Caballerorhynchus lamothei* parásitos de *Eugerres plumieri* y *Diapterus auratus* provenientes de algunas localidades del estado de Veracruz, México.

### **Objetivos específicos**

1. Caracterizar morfológicamente los ejemplares del género *Caballerorhynchus* que se distribuyen en el norte de Veracruz.
2. Comparar a través de varios análisis morfométricos la variación de los organismos *Caballerorhynchus* de diferentes localidades del estado de Veracruz.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Muestreo del material biológico**

En febrero del 2018 y febrero del 2019 se realizó un muestreo en Tuxpan, Veracruz para la recolecta de 6 ejemplares de *Eugerres plumieri* y 17 de *Diapterus auratus*. Los peces se obtuvieron a través de la captura comercial, posteriormente, a cada ejemplar se les realizó un examen helmintológico para la recolecta de acantocéfalos. La revisión de los hospederos se realizó en campo y en el Laboratorio de Morfología Animal.

Además del material recolectado se analizaron ejemplares de la Colección Nacional de Helmintos (CNHE), del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, y de la Colección de Helmintos, del Centro de Investigaciones Biológicas, de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Apéndice 1).

### **Área de estudio**

Los ejemplares de acantocéfalos analizados provienen de cinco localidades (Tuxpan, Laguna de Tamiahua, Laguna de Sontecomapan, Boca del Río y Catemaco) del estado de Veracruz, en el Golfo de México (Figura 5).

Tuxpan: se encuentra ubicado en la ciudad y puerto del norte del estado, en la región conocida como la Huasteca. Cuenta con una superficie de 6,407 hectáreas, integradas por 58.6 hectáreas de terrenos de dominio público de la federación y 6,348.4 hectáreas de zona federal marítima, en las coordenadas 20° 57' 30" latitud norte y 97° 23' 00" longitud oeste (INEGI, 2009).

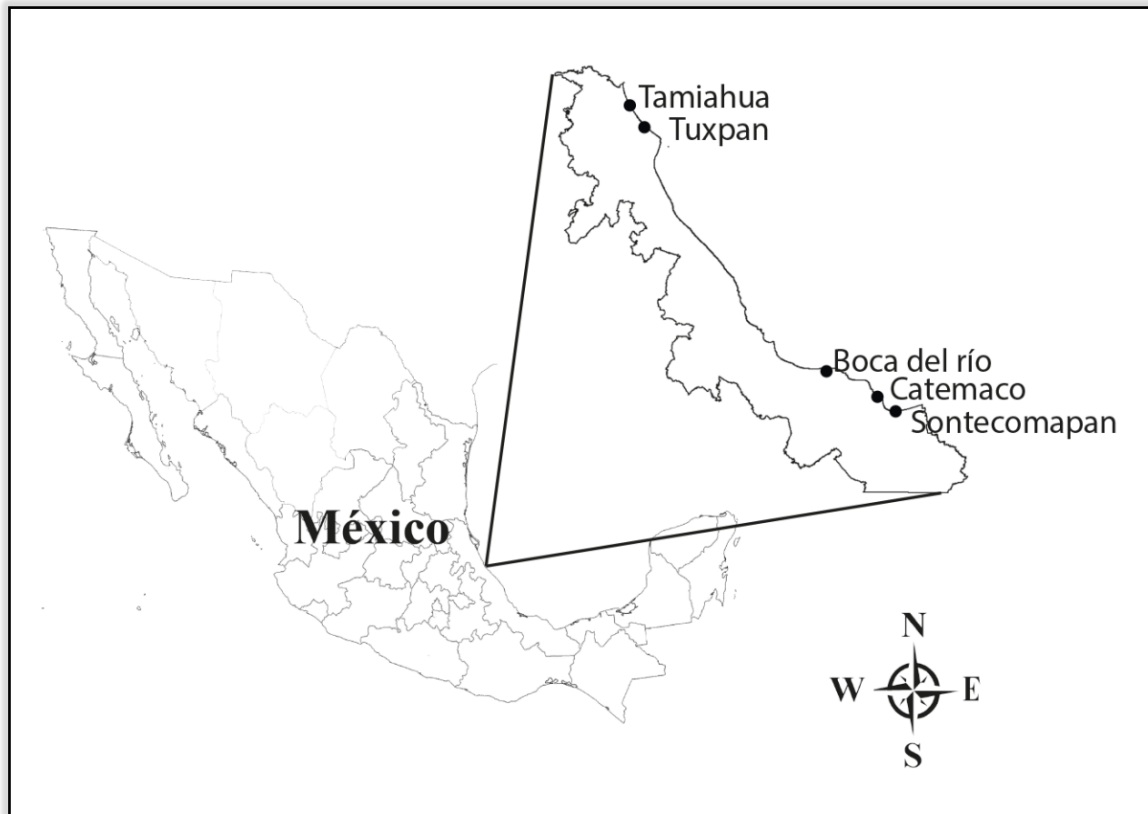
Laguna Tamiahua: es una laguna costera ubicada en el norte del estado, en la Huasteca, en las coordenadas 21° 17' latitud norte y 97° 27' longitud oeste, a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Una extensa barrera natural de arena separa a la laguna del Golfo de México.

La laguna mide unos 85 km de largo, posee una superficie de 1400km<sup>2</sup> y es poco profunda, es compartida por los municipios de Ozuluama, Tamalín, Tamiahua, Tampico Alto y Tuxpan (Ayala-Castañares & Cruz, 1969).

Laguna de Sontecomapan: está ubicada aproximadamente a 10 kilómetros al noroeste de la laguna de Catemaco. La laguna de Sontecomapan se alimenta de los ríos de la cuenca que forman el volcán San Martín Tuxtla y el volcán Sierra Santa Marta. Se encuentra en las coordenadas del centro aproximado: 018° 32' N, 095° 02' O (Schaldach & Escalante, 1997)

Boca del Río: se ubica en la costa del Golfo de México en la desembocadura del Río Jamapa, al sur de la localidad de Veracruz con la cual está conurbada, y forma parte de la Zona Metropolitana de Veracruz. Se encuentra en las coordenadas 19°06'03"N 96°06'26"O (Veracruz, 2019).

Catemaco: se localiza en la sierra de los Tuxtlas, zona sur del Estado, en las coordenadas 18° 25' latitud norte y 95° 07' longitud oeste, a una altura de 340 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Golfo de México, al este con Mecayapan, al sureste con Sotepan, al sur con Hueyapan de Ocampo y al oeste con San Andrés Tuxtla (CODEPAP, 2016).



**Figura 2.** Zonas de estudio en el estado de Veracruz.

### **Técnicas de fijación, tinción y montaje**

Se revisaron un total de 112 ejemplares de *C. lamothei* de los cuales 59 son machos y 53 hembras. Los acantocéfalos recolectados se colocaron en agua destilada y en refrigeración durante 24 horas para que murieran relajados. Posteriormente, algunos de los ejemplares se fijaron en una solución de alcohol, formol y ácido acético (AFA) por un lapso de 24 a 48 horas, subsecuentemente, se cambió la solución a 70% y finalmente se tiñeron y montaron en un portaobjetos siguiendo las técnicas convencionales en helmintología (Pritchard & Kruse, 1982).



## **Identificación de los helmintos y hospederos**

La identificación taxonómica de los peces se realizó con ayuda de las claves taxonómicas de (Randall & Vergara, 1978), cada pez se identificó hasta el nivel de especie. La identificación taxonómica de los acantocéfalos se hizo con base en la clave dicotómica de Amin (1987) y mediante la consulta de literatura especializada, además de la revisión de estructuras y dibujos para su correcta identificación.

## **Caracterización morfológica**

Para la caracterización morfológica se utilizaron únicamente con los ejemplares provenientes de la localidad de Tuxpan, los cuales fueron comparados con la especie *Caballerorhynchus lamothei* de Sontecomapan, Veracruz.

Las medidas morfométricas se realizaron mediante el uso de un ocular micrométrico montado en el microscopio óptico previamente calibrado y utilizando diferentes aumentos (4X, 10X y 40X) con base en el detalle y tamaño de cada estructura. Se tomaron medidas de diferentes estructuras de ejemplares adultos (Apéndice 2).

## **Análisis morfométrico**

Con el fin de determinar las diferencias morfológicas de las poblaciones de *Caballerorhynchus* se analizaron un total de 112 ejemplares y tomando en cuenta 25 atributos para hembras y 23 para los machos considerando a los hospederos *Diapterus auratus* y *Eugerres plumieri*.

Los datos se estandarizaron con la fórmula  $(x-\mu)/\sigma$  (Zar, 2006), para evitar sesgos por falta de ortogonalidad. Los análisis se realizaron separando a los sexos, pues se evaluaron diferentes características en machos y en hembras.

Se construyó una matriz de datos para los caracteres y se realizó un análisis de componentes principales (PCA) en el conjunto de datos morfológicos para determinar qué caracteres morfológicos eran más informativos para revelar diferencias entre los especímenes. En este análisis se valoró qué atributos están contribuyendo a la variación morfológica dependiendo del hospedero y considerando al hospedero *Diapterus auratus* y *Eugerres plumieri*, para ello se usó el programa PAST v.4.06 (Hammer et al., 2001). Por otro lado, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para identificar a los atributos que podrían estar causando algún efecto sobre la variación morfológica dependiente de la localidad.

Además, se evaluó la variación morfológica de *Caballerorhynchus lamothei* mediante un análisis de funciones discriminantes (AFD) y tomando en cuenta al hospedero *Diapterus auratus* y *Eugerres plumieri* como variable independiente. Para ello se usó el programa Statistica v.10 (StatSoft, 2011). Para establecer si existen algún efecto sobre la variación morfológica dependiente de la localidad, se realizó otro AFD, considerando a la localidad.

Finalmente, a partir de los datos reportados para la especie *Caballerorhynchus lamothei* se generó una muestra probabilística bajo el supuesto de normalidad con  $N = 1000$  para machos y para hembras por separado, donde la probabilidad de ocurrencia de un dato fue calculada por  $p = (1/\sqrt{\pi}\sigma) * e^{-[(x-\mu)^2/2\sigma^2]}$ , donde  $\pi$  representa la constante Pi (3.1416) de la circunferencia asociada a la asíntota de una distribución normal,  $\sigma$  es la desviación estándar de la muestra caracterizada como *C. lamothei*,  $x$  es el valor aleatorio establecido entre el mínimo y máximo reportado,  $\mu$  es el promedio de la muestra caracterizada como *C. lamothei*. Este procedimiento se repitió para cada característica. Los datos obtenidos fueron delimitados por dos desviaciones estándar por arriba y por debajo de la media, para englobar

una probabilidad mayor al 60% de la varianza y constituir la muestra de control. La muestra de contraste procede de las mediciones directas sobre los animales obtenidos en campo (n = 58) en machos y (n=54) en las hembras, misma que se contrastó con el control de la especie conocida. Con estas muestras (probabilística vs observada) se realizó un análisis de factores con rotación varimax para establecer los atributos diagnósticos que discriminen entre los grupos propuestos. Los cuales fueron usados para realizar un análisis de factores discriminantes posterior (StatSoft, 2011). Los scores asociados a la variación múltiple para cada grupo fueron comparados por un ANOVA con una prueba posterior de HSD (tamaños de muestra heterogéneos).

## **RESULTADOS**

En este trabajo se realizó un estudio morfológico de las especies del género *Caballerorhynchus* que parasitan a *Eugerres plumieri* y a *Diapterus auratus*. Con base en lo anterior los resultados se muestran en dos secciones: la primera corresponde a la caracterización morfológica de la especie; en la segunda se presentan una serie de análisis estadísticos para evaluar la variabilidad morfológica de la especie por hospederos y localidades, esto mediante cuatro análisis de componentes principales, cuatro análisis de funciones discriminantes y finalmente se realizó una muestra probabilística asociada a una distribución normal, dos análisis de factores varimax, dos análisis factores discriminantes y un ANOVA con prueba posterior HSD.

### **Caracterización morfológica**

Phylum Acanthocephala Rudolphi, 1808

Clase Palaeacanthocephala Meyer, 1931

Orden Echinorhynchida Southwell, 1925

Familia Cavisomidae Meyer, 1932

Género *Caballerorhynchus* Salgado-Maldonado, 1977

Material examinado: 26 especímenes machos y 31 hembras provenientes de Tuxpan, Veracruz. Los valores mínimos y máximos de las medidas se muestran en milímetros y se incluye a su lado, dentro de un paréntesis, el promedio  $\pm 1$  la desviación estándar y el tamaño de la muestra (n).

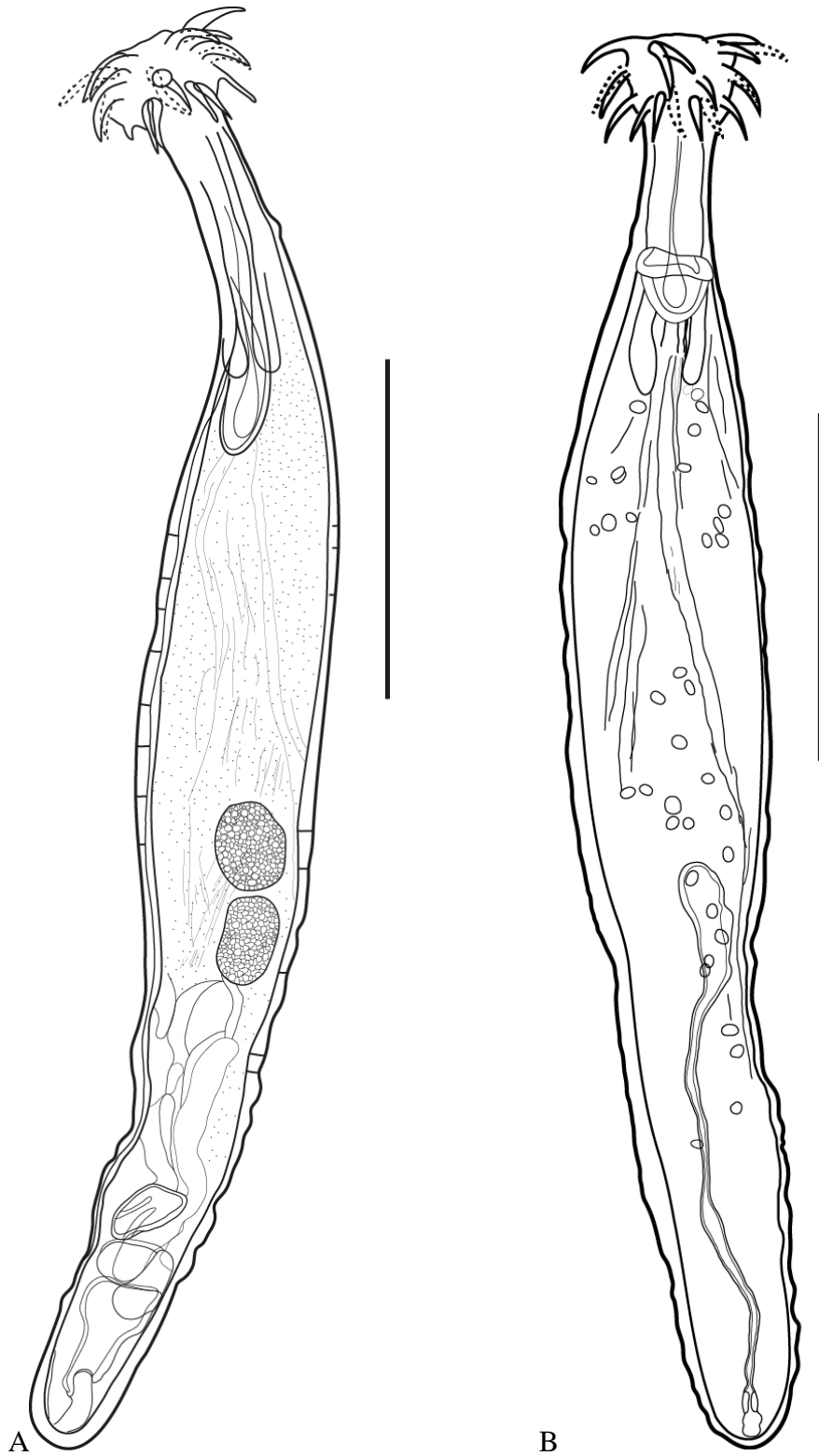
General: La probóscide es claviforme con 18 ganchos, los ganchos de mayor tamaño son los menos curvados y se ubican en la región apical de la probóscide mientras los basales se ubican de manera paralela a la probóscide. No poseen espinas en el tronco.

Machos. Gusanos de tamaño mediano (Fig. 6A). Tronco de 1.3 a 2.6 ( $2.02 \pm 0.335$ , n=26) mm de largo, 260 a 470 ( $341.2 \pm 50.3$ , n=26)  $\mu\text{m}$  en el punto más ancho. Parte anterior del tronco (alrededor de la mitad). Probóscide pequeña de forma claviforme, 104 a 18.8 ( $135.9 \pm 19.6$ , n=23) de largo, 143 a 226.2 ( $172.1 \pm 22.1$ , n=23) de ancho anteriormente, 163.8 a 260 ( $207.1 \pm 24.7$ , n=23) de ancho posteriormente. Probóscide con ganchos en tres círculos de seis ganchos cada uno. Los ganchos son más largos en el primer círculo y disminuyen de tamaño posteriormente en los anillos sucesivos. Cuello de mediano tamaño, robusto de 170 a 400 ( $298.7 \pm 65.9$ , n=23) de largo, 132.6 a 184.6 ( $155.2 \pm 14.7$ , n=24) ancho anteriormente, 156 a 244.4 ( $198.4 \pm 24.6$ , n=24) ancho posteriormente. Receptáculo de la probóscide su anchura máxima se encuentra en el extremo anterior, de 320-a 740 ( $542.7 \pm 89.7$ , n=26) de largo por 70.2 a 202.8 ( $135 \pm 33$ , n=26) de ancho. Ganglio cerebral pequeño, ubicado dentro del receptáculo de la probóscide 65 a 130 ( $90.8 \pm 14.6$ , n=21) de largo por 26 a 59.8 ( $46.6 \pm 9.3$ , n=21) de ancho. Leminiscos largos, casi del mismo tamaño, leminisco derecho 380 a 600 ( $480.4 \pm 67.7$ , n=26) de largo, 26 a 83.2 ( $55.6 \pm 13.7$ , n=24) de ancho, leminisco

izquierdo de 320 a 580 ( $440.8 \pm 69.4$ ,  $n=24$ ) de largo, 31.2 a 88.4 ( $52.7 \pm 13.3$ ,  $n=22$ ) de ancho. Sistema reproductor en la mitad posterior del tronco de 940 a 1530 ( $1238.5 \pm 171.6$ ,  $n=26$ ) de largo. Testículos ovoides, contiguos con una ligera superposición. Testículo anterior 106.6 a 247 ( $180.4 \pm 27.6$ ,  $n=26$ ) de largo, 80.6 a 189.8 ( $131.2 \pm 24.3$ ,  $n=26$ ) de ancho, testículo posterior 135.2 a 241.8 ( $186.1 \pm 24$ ,  $n=26$ ) de largo, 83.2 a 184.6 ( $125.3 \pm 24.8$ ,  $n=26$ ) de ancho. Depósito de cemento contiguo a la glándula de cemento, que se ramifica posteriormente en dos conductos. Bolsa de Saeftigen de forma alargada con su anchura máxima en el extremo anterior. Gonoporo terminal.

Hembras. Gusanos ligeramente más grandes que los machos (Fig. 6B). Tronco de 1.825 a 2.875 ( $2.4 \pm 0.267$ ,  $n=31$ ) mm de largo, 260 a 470 ( $373.2 \pm 46.4$ ,  $n=31$ )  $\mu\text{m}$  en el punto más ancho. Parte anterior del tronco (alrededor de la mitad). Probóscide de forma claviforme, 117 a 169 ( $142.1 \pm 15.4$ ,  $n=29$ ) de largo, 135.2 a 228.8 ( $178.8 \pm 24.6$ ,  $n=29$ ) de ancho anteriormente, 179.4 a 280.8 ( $227.5 \pm 26.7$ ,  $n=29$ ) de ancho posteriormente. Probóscide con ganchos en tres círculos de seis ganchos cada uno. Los ganchos son más largos en el primer círculo y disminuyen de tamaño posteriormente en los anillos sucesivos. Cuello de mediano tamaño, robusto de 230 a 400 ( $301.3 \pm 47$ ,  $n=30$ ) de largo, 130 a 221 ( $171.1 \pm 21.8$ ,  $n=31$ ) ancho anteriormente, 156 a 267.8 ( $211.3 \pm 28.6$ ,  $n=31$ ) ancho posteriormente. Receptáculo de la probóscide de 400 a 840 ( $584.7 \pm 75.2$ ,  $n=30$ ) de largo por 117 a 226.2 ( $157.2 \pm 24.4$ ,  $n=29$ ) de ancho. Ganglio cerebral pequeño, ubicado dentro del receptáculo de la probóscide 80.6 a 135.2 ( $104.5 \pm 15.3$ ,  $n=25$ ) de largo por 26 a 67.6 ( $47.9 \pm 10.7$ ,  $n=25$ ) de ancho. Leminiscos largos, casi del mismo tamaño, leminisco derecho 360 a 650 ( $497.1 \pm 75.2$ ,  $n=24$ ) de largo, 26 a 104 ( $61.2 \pm 17.4$ ,  $n=23$ ) de ancho, leminisco izquierdo de 340 a 630 ( $467.3 \pm 77.3$ ,  $n=22$ ) de largo, 33.8 a 88.4 ( $56.1 \pm 12.5$ ,  $n=21$ ) de ancho. Sistema reproductor en el

extremo posterior del tronco, campana uterina de forma cilíndrica, 88.4 a 195 ( $131.7 \pm 31.1$ , n=23) de largo, 28.6 a 72.8 ( $45.3 \pm 10.7$ , n=23) ancho en la parte media, 23.4 a 49.4 ( $31.3 \pm 6.6$ , n=23) ancho en la parte anterior. Útero largo y delgado 200 a 600 ( $341.4 \pm 89.4$ , n=22) de largo, 13 a 44.2 ( $22.5 \pm 7.4$ , n=28) de ancho. Vagina 44.2 a 91 ( $65.2 \pm 12.2$ , n=28) de largo anteriormente, 26 a 54.6 ( $39.6 \pm 5.9$ ) de ancho anteriormente. Huevos de 28.6 a 54.6 ( $32.8 \pm 7.1$ , n=31) de largo, de 13 a 33.8 ( $24.5 \pm 4.6$ , n=31) de ancho. Gonoporo terminal.



**Figura 3.** Ejemplares del género *Caballerorhynchus* provenientes de Tuxpan, Veracruz. A) Macho  
B) Hembra. Escala: 460 $\mu$ m.

### **Análisis morfométrico**

Se utilizó un análisis de componentes principales utilizando datos estandarizados. La evaluación de la variación morfológica atribuible al hospedero en las hembras de *C. lamothei* mostró que los primeros tres componentes explican el mayor porcentaje de varianza acumulada con el 63.63% (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Eigenvalores y porcentajes de varianza obtenidos por el análisis de componentes principales entre los diferentes hospederos para las hembras de *Caballerorhynchus lamothei*.

<b>PC</b>	<b>Eigenvalor</b>	<b>% varianza</b>
<b>1</b>	8.98924	35.47
<b>2</b>	3.96856	15.659
<b>3</b>	3.16841	12.502
	<b>TOTAL</b>	<b>63.631</b>

En cuanto a la variación morfológica atribuible a la localidad en las hembras de *C. lamothei*, los componentes que explican el mayor porcentaje de varianza acumulada son los tres primeros (Cuadro 4) con un 63.6%. Trece atributos son los que causan esta variación entre localidades (Figura 7) y se caracterizaron por presentar valores positivos y negativos.

**Cuadro 4.** Eigenvalores y porcentajes de varianza obtenidos por el Análisis de Componentes Principales entre las localidades para las hembras de *Caballerorhynchus lamothei*.

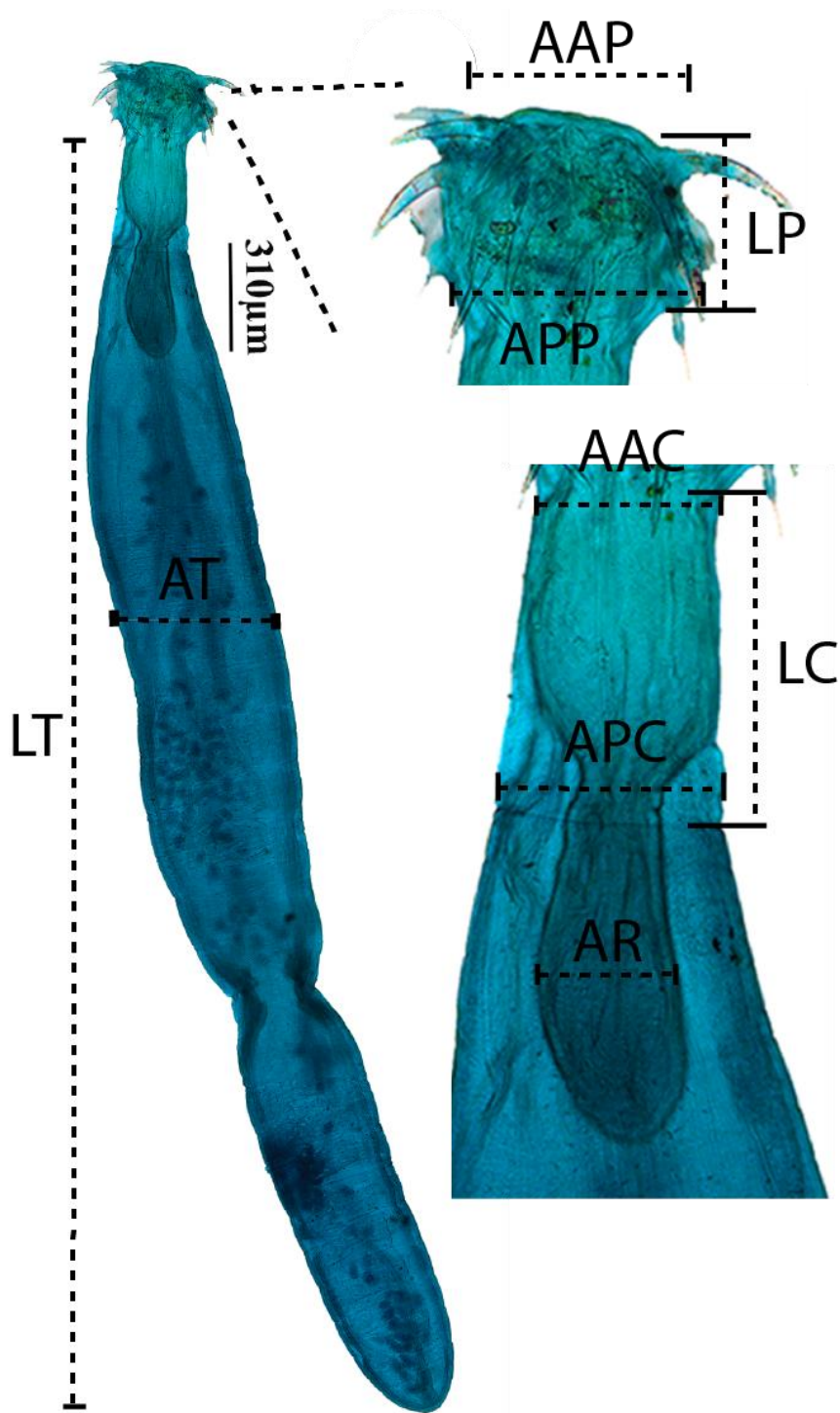
<b>PC</b>	<b>Eigenvalor</b>	<b>% varianza</b>
<b>1</b>	8.98924	35.47
<b>2</b>	3.96856	15.659



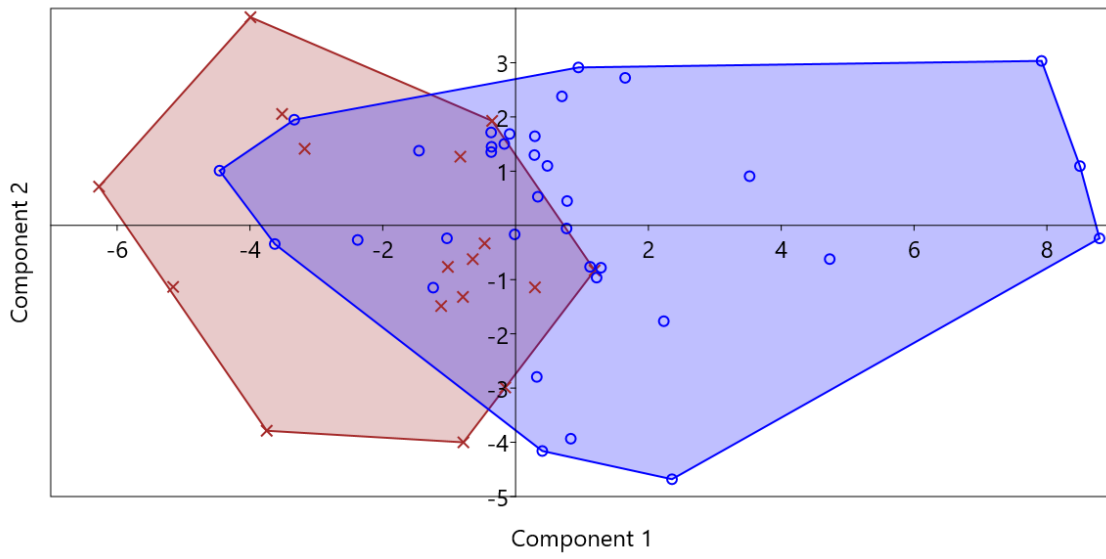
<b>3</b>	3.16841	12.502
	TOTAL	63.631

---

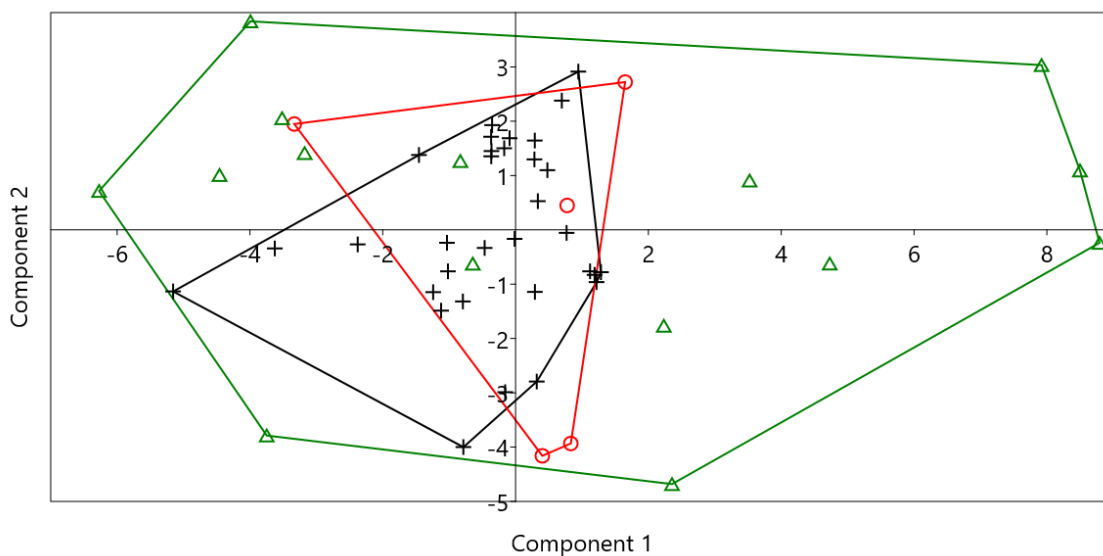
En el caso de las hembras, el análisis no mostró diferencias significativas. Para los hospederos estudiados (*E.plumieri* y *D. auratus*) se formaron dos grupos con una pequeña región en la que ambos se solapan (Figura 8), lo mismo para las localidades en donde se observan tres grupos correspondientes a las tres localidades analizadas (Boca del Río, Sontecomapan y Tuxpan) en la que las tres se solapan completamente (Figura 9). Las diferencias que el análisis logró encontrar entre poblaciones para las localidades y hospederos a través de los coeficientes estandarizados (Anexo 3 y 4) determinan que las variables correlacionadas para el componente 1, son largo de la probóscide (0.81), ancho anterior (0.81) y posterior de la probóscide (0.83), largo del cuello (0.75), ancho anterior (0.92) y posterior del cuello (0.92), ancho del receptáculo de la probóscide (0.70) y el largo (0.78) y ancho del tronco (0.76), todos estos atributos correlacionados positivamente. Para el componente 2 son ancho medio de la campana uterina (0.76) y ancho superior de la campana uterina (0.70) correlacionados positivamente. Finalmente, para el componente 3 corresponden al largo y ancho del ganglio cerebral (-0.75 y -0.71) atributos correlacionados negativamente.



**Figura 4.** Atributos que causan variación en el PCA para ejemplares hembras de acuerdo con la localidad de procedencia. LT: largo total; AT: ancho total; LP: largo probóscide; APP: ancho anterior de la probóscide; AAC: ancho anterior del cuello; APC: ancho posterior del cuello; LC: largo del cuello y AR: ancho del receptáculo de la probóscide.



**Figura 5.** Análisis de Componentes Principales entre las hembras de *Caballerorhynchus lamothei* de dos hospederos analizados (*E. plumieri*: azul y *D. auratus*: marrón).



**Figura 6.** Análisis de Componentes Principales entre las hembras de distintas poblaciones/localidades de *Caballerorhynchus lamothei* (Rojo: Boca del Río; verde: Sontecomapan; y negro; Tuxpan).

En los machos, la variación morfológica atribuible al hospedero mostró que los primeros tres componentes explican el mayor porcentaje de varianza acumulada con un 66.06% (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Eigenvalores y porcentajes de varianza obtenidos por el Análisis de Componentes Principales entre los hospederos para los machos del género *Caballerorhynchus*.

PC	Eigenvalor	% varianza
1	6.957	30.248
2	4.58678	19.943
3	3.65052	15.872
	TOTAL	66.063

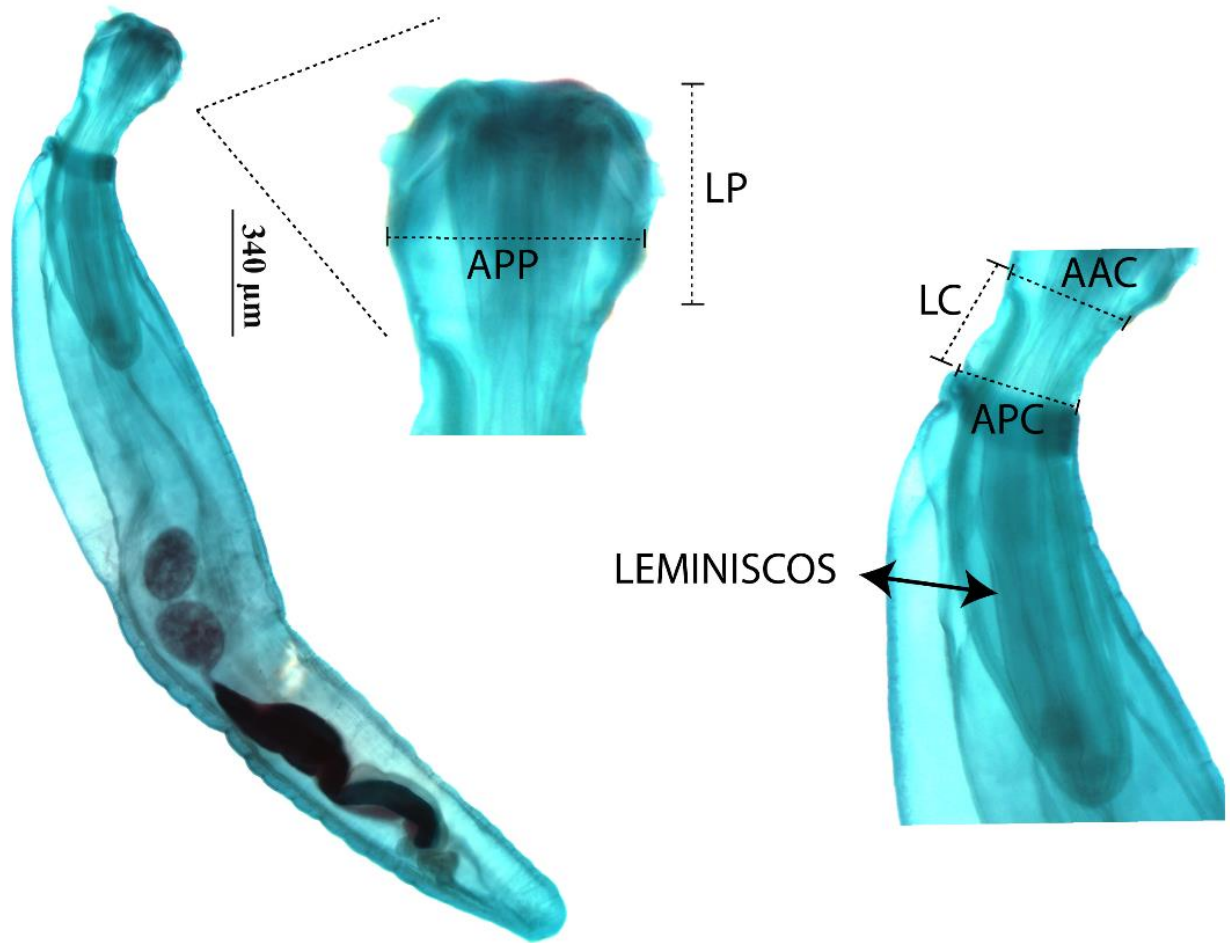
En cuanto a la variación morfológica atribuible a la localidad de ejemplares machos de *C. lamothei* mostró que los primeros tres componentes explican el mayor porcentaje de varianza acumulada con un 66.063% (Cuadro 6). En el componente uno se identificaron cinco atributos que difieren y en el componente tres hubo tres atributos que están difiriendo significativamente (Figura 10).

**Cuadro 6.** Eigenvalores y porcentajes de varianza obtenidos por el Análisis de Componentes Principales entre las localidades para los machos de *Caballerorhynchus lamothei*.

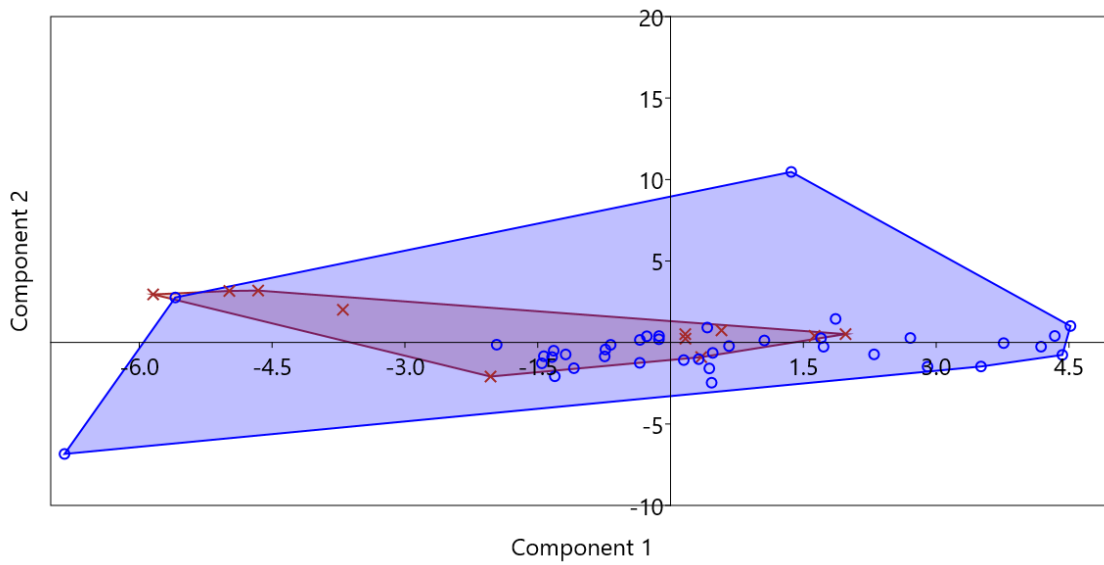
<b>PC</b>	<b>Eigenvalor</b>	<b>% varianza</b>
<b>1</b>	6.957	30.248
<b>2</b>	4.58678	19.943
<b>3</b>	3.65052	15.872
	<b>TOTAL</b>	<b>66.063</b>

En el caso de los machos, el análisis tampoco encontró diferencias significativas. Para los hospederos estudiados (*E.plumieri* y *D. auratus*) se formaron dos grupos completamente sobrelapados (Figura 11), lo mismo para las localidades en donde se observan cinco grupos correspondientes a las cinco localidades analizadas (Tamiahua, Boca del Río, Catemaco, Sontecomapan y Tuxpan) en la que todas se solapan completamente (Figura 12). Las diferencias que el análisis logró encontrar entre poblaciones para las localidades y hospederos a través de los coeficientes estandarizados (Anexo 5 y 6) determinan que las variables más correlacionadas para el componente 1, son largo de la probóscide (0.73), ancho posterior de la probóscide (0.73), largo del cuello (0.73), ancho anterior (0.76) y posterior del cuello

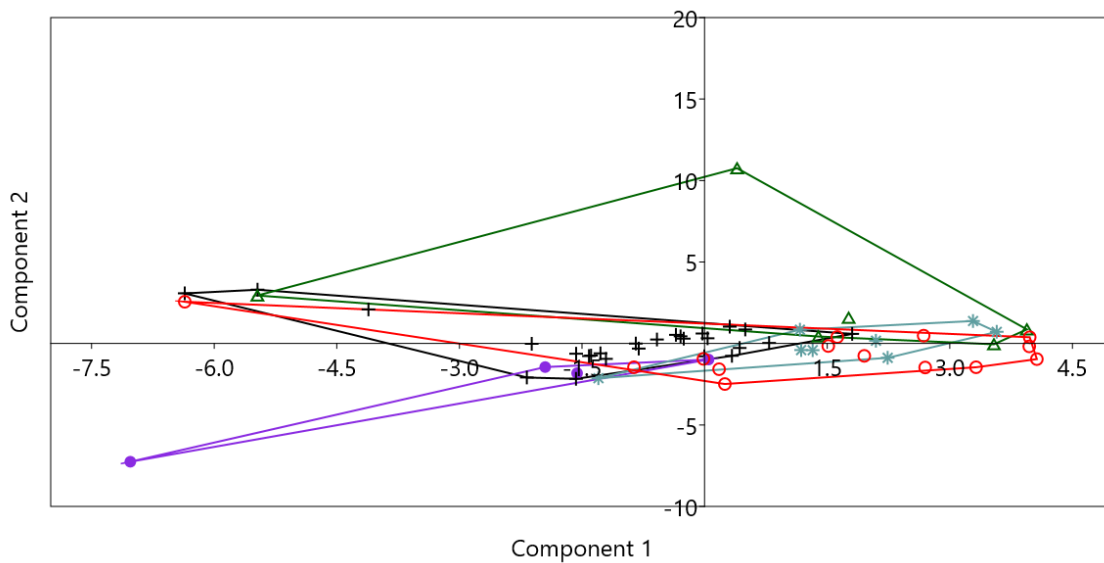
(0.78) atributos correlacionados positivamente. Para el componente 3 son Ancho del leminisco largo (0.74) y largo y ancho del leminisco corto (0.79 y 0.80) correlacionados positivamente.



**Figura 7.** Atributos que causan variación en el PCA para ejemplares machos de acuerdo con su localidad/población de procedencia. LP: largo probóscide; APP: ancho anterior de la probóscide; AAC: ancho anterior del cuello; APC: ancho posterior del cuello y LC: largo del cuello.



**Figura 8.** Análisis de componentes principales entre los machos de *Caballerorhynchus lamothei* de dos hospederos analizados (*E. plumieri*: azul y *D. auratus*: marrón).

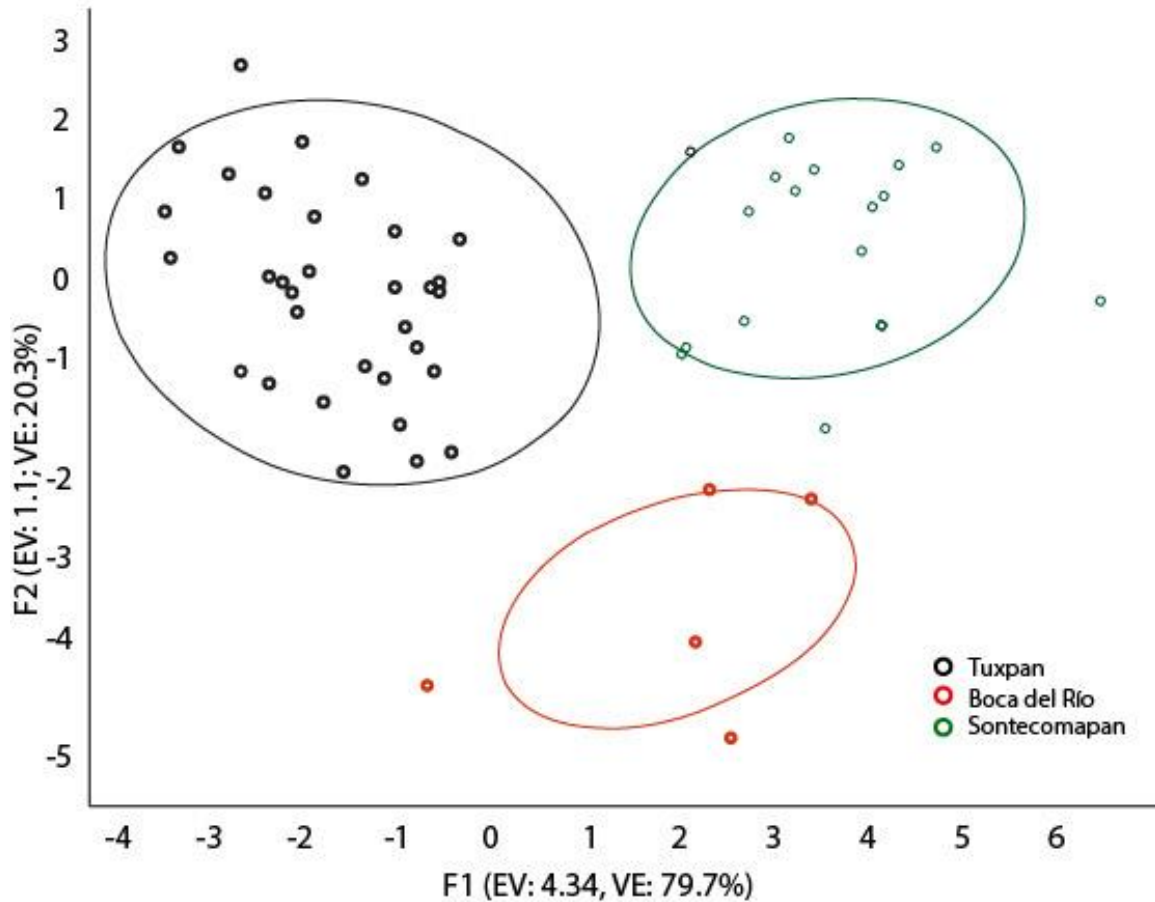


**Figura 9.** Análisis de Componentes Principales entre distintas poblaciones / localidades de los machos de *Caballerorhynchus lamothei* (Morado: Tamiahua; rojo: Boca del Río; azul: Catemaco; verde: Sontecomapan; y negro: Tuxpan).



Los resultados del análisis de funciones discriminantes mostraron variación morfológica atribuible al hospedero en las hembras ( $F_{(25, 26)} = 2.76, p = 0.0062$ ), aunque solamente 10 de los 25 atributos evaluados difieren entre hospedero (Anexo7). En cuanto a los machos, los atributos morfológicos no responden al tipo de hospedero que parasitan ( $F_{(23, 34)} = 1.78, p = 0.06$ ).

Existen diferencias significativas entre los atributos morfológicos de las hembras atribuibles a la localidad (Anexo 8). Los extremos de la distribución evaluada difieren significativamente ( $F_{\text{Tuxpan-Sontecomapan}} = 4.1686, p = 0.000337$ ). Sin embargo, la población intermedia de Boca del Río no difiere de las otras dos ( $F_{\text{Tuxpan-Boca del Río}} = 1.704, p = 0.09$ ;  $F_{\text{Sontecomapan-Boca del Río}} = 1.22, p = 0.30$ ). Solo seis atributos en dos factores discriminantes responden a este patrón latitudinal, de estos únicamente los de la función discriminante 1, pueden considerarse como relacionados ya que la lambda de Wilks del segundo factor muestra variación aleatoria independiente de la localidad. Los atributos que responden latitudinalmente son: ancho posterior de la probóscide, ancho posterior del cuello, longitud del ganglio cerebral, todos mayores en Tuxpan, mientras que el ancho del ganglio cerebral y el ancho del tronco son mayores en Sontecomapan (Figura 13).



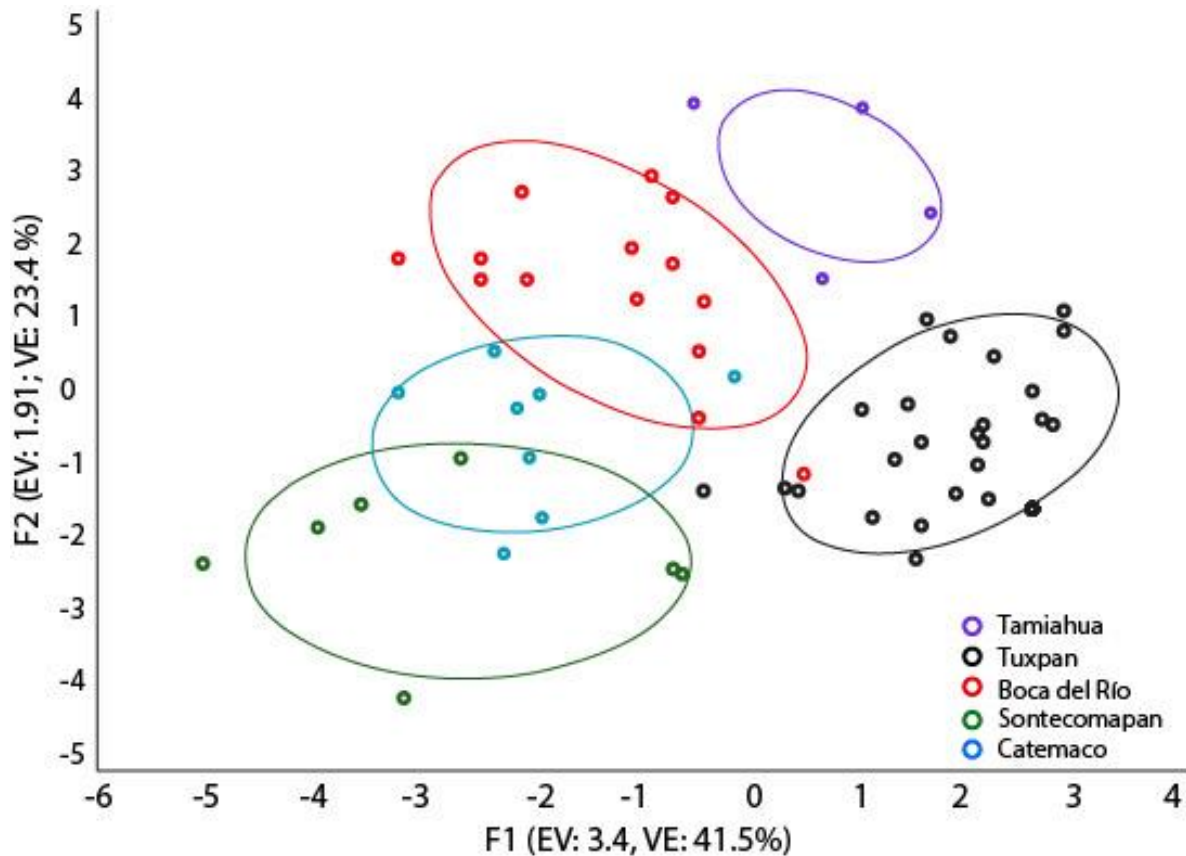
**Figura 10.** Análisis de Factores Discriminantes entre las hembras del género *Caballerorhynchus* de las tres poblaciones analizadas.

En cuanto a los machos, la variación morfológica entre localidades es significativa, aunque muestra que Tamiahua y Boca del Río son similares (Cuadro 7). Las diferencias se explican por tres funciones discriminantes relacionadas con ocho atributos, aunque las primeras dos funciones son suficientes para establecer los patrones de variación entre localidades (Anexo 9). Tamiahua y Tuxpan presentan el ancho posterior de la probóscide y la longitud del ganglio cerebral mayores con respecto al resto de las poblaciones. Por el contrario, en estas localidades la longitud del cuello y el ancho del ganglio cerebral son menores. El eje 2 indica que las localidades de Boca del Río y Tamiahua comparten

similitudes para el ancho posterior de la probóscide y el ancho anterior del cuello, por lo que estos atributos explican los resultados del ANOVA. Por el contrario, las poblaciones de Tuxpan, Catemaco y Sontecomapan tienen un ancho posterior del cuello de mayores dimensiones (Figura 14).

**Cuadro 7.** ANOVA múltiple para el contraste entre las distancias de Mahalanobis morfológicas generadas por el análisis de funciones discriminantes, entre las localidades evaluadas para los machos del género *Caballerorynchus*.

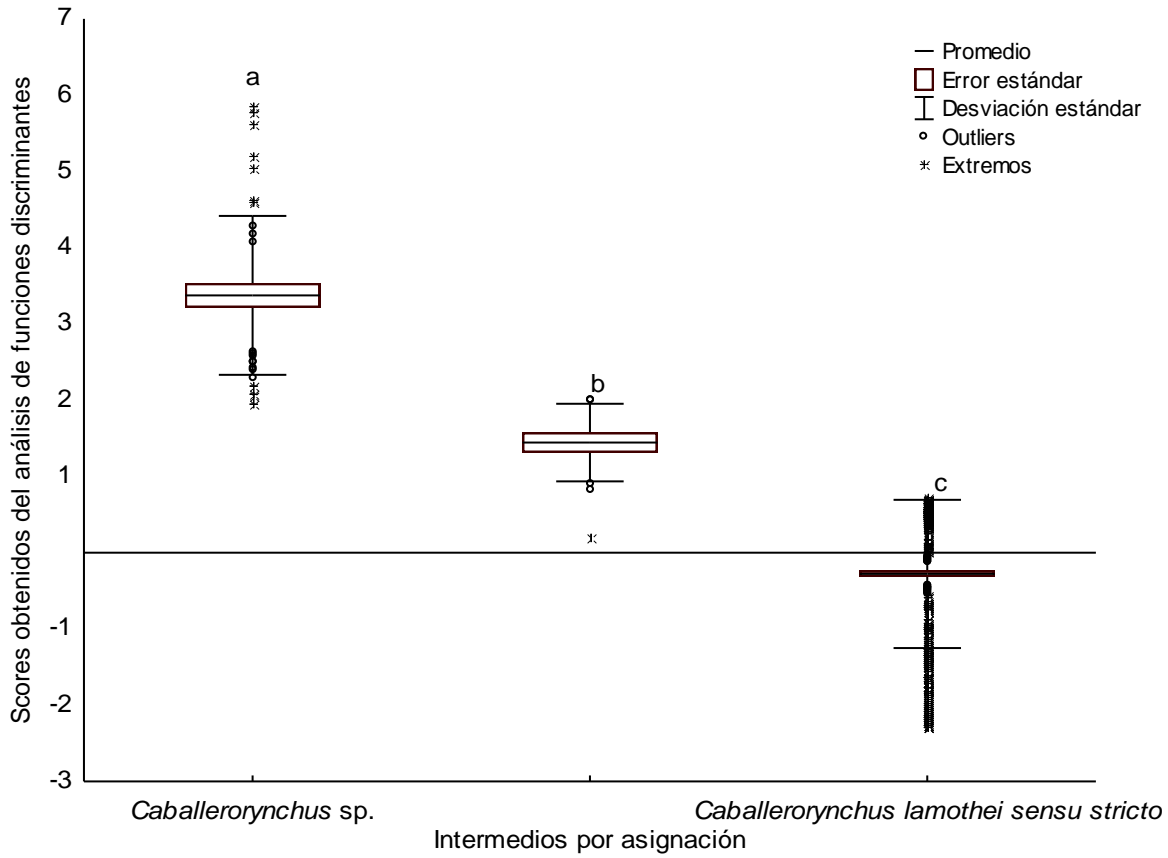
Localidades	Tamiahua (F)	Tamiahua (p)	Tuxpan (F)	Tuxpan (p)	Boca del río (F)	Boca del río (p)	Sontecomapan (F)	Sontecomapan (p)
Tamiahua								
Tuxpan	1.998363	<b>0.03637</b>						
Boca del río	1.800768	0.063286	3.397938	<b>0.000867</b>				
Sontecomapan	2.729499	<b>0.004855</b>	3.420636	<b>0.00082</b>	2.261069	<b>0.017449</b>		
Catemaco	2.302243	<b>0.015565</b>	3.461927	<b>0.000741</b>	2.404513	<b>0.011733</b>	2.333118	<b>0.014289</b>



**Figura 11.** Análisis de Factores Discriminantes entre los machos del género *Caballerorhynchus* de cinco poblaciones analizadas.

Se realizó un análisis para determinar si las poblaciones analizadas (Tamiahua, Tuxpan, Boca del Río y Catemaco) comparten características con la población de *C. lamothei* proveniente de Sontecomapan. En los ejemplares machos el análisis de factores recuperó 13 de las 23 variables como responsables de la variación de la muestra (anexo 10). Las estructuras que explican hasta el 96% de la variación entre las muestras son: probóscide (F2 y F3), leminiscos (F4), testículos, longitud del tronco y longitud del sistema reproductivo (F1). De estas estructuras, las reproductivas son las más importantes ya que contribuyen hasta con el 87% de la variación.

Una función discriminante explica el 100% de la variación (Eigenvalor = 0.8) y está relacionada con la longitud de la probóscide ( $r = 0.96$ ,  $p < 0.05$ ), el ancho del leminisco largo ( $r = 0.86$ ,  $p < 0.05$ ), la longitud del testículo posterior ( $r = 0.84$ ,  $p < 0.05$ ), la longitud del sistema reproductivo ( $r = -1$ ,  $p < 0.001$ ) y la longitud del tronco ( $r = 0.79$ ,  $p < 0.05$ ), por lo que se consideran caracteres diagnósticos del grupo no descrito (Tuxpan). El análisis de varianza para los scores mostró que existen diferencias significativas en estos cinco atributos para *C. lamothei* (Sontecomapan y Catemaco) y la población de Tuxpan, así como los organismos intermedios (Tamiahua y Boca del Río) ( $F_{(2, 655)}=302.22$ ,  $p < 0.001$ ) (Figura 15).

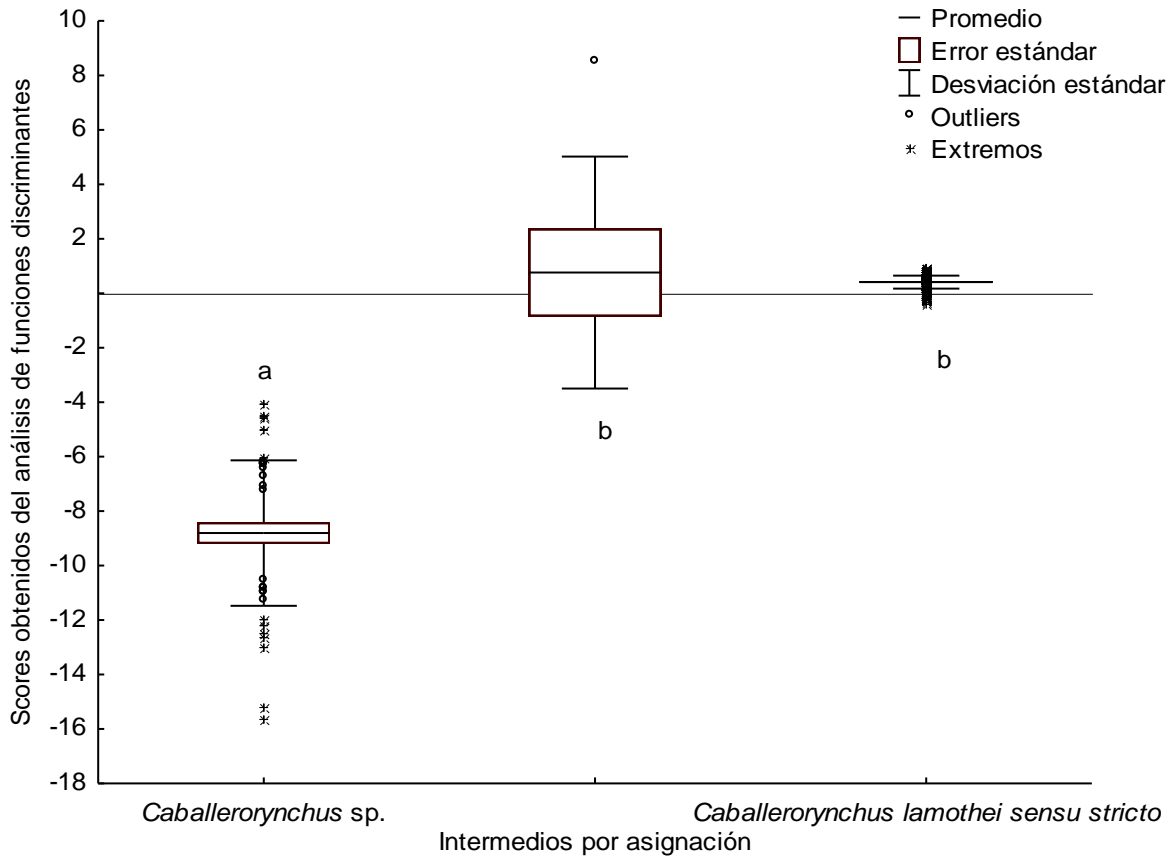


**Figura 12.** ANOVA de los scores obtenidos por el análisis de funciones discriminantes de los machos. Las letras representan las comparaciones posteriores de HSD ( $p < 0.000025$  en todos los casos).

Para las hembras el análisis de factores recuperó 13 de las 25 variables como responsables de la variación de la muestra (Anexo 11). Las estructuras que explican hasta el 96% de la variación entre las muestras son: cuello (F2 y F3), ganglios (F1), útero y vagina (F1) y longitud del tronco (F4). De estas estructuras, las reproductivas, específicamente el útero; son las más importantes ya que contribuyen hasta con el 87% de la variación.

Una sola función discriminante explica el 100% de la variación entre hembras (Eigenvalor = 3.09) y se correlaciona positivamente con el ancho de la probóscide posterior

( $r = 1$ ,  $p < 0.001$ ), ancho del ganglio ( $r = 1$ ,  $p < 0.001$ ), ancho medio de la campana uterina ( $r = 1$ ,  $p < 0.001$ ), largo y ancho del útero ( $r = 1$ ,  $p < 0.001$  en ambos casos) y longitud del tronco ( $r = 1$ ,  $p < 0.001$ ), todos estos atributos son menores en las hembras de la población de Tuxpan. Por el contrario, esta función también se correlaciona, pero de forma inversamente proporcional; con la longitud del cuello ( $r = -0.7$ ,  $p < 0.05$ ), ancho anterior del cuello ( $r = -1$ ,  $p < 0.001$ ), longitud del ganglio ( $r = -1$ ,  $p < 0.001$ ), longitud de la campana uterina ( $r = -1$ ,  $p < 0.001$ ), ancho al extremo superior de la campana uterina ( $r = -1$ ,  $p < 0.001$ ) y el largo anterior de la vagina ( $r = -1$ ,  $p < 0.001$ ), por lo que estos atributos son menores en la especie *sensu stricto* (Figura 16).



**Figura 13.** ANOVA de los scores obtenidos por el análisis de funciones discriminantes de las hembras. Las letras representan las comparaciones posteriores de HSD ( $p < 0.000022$ , entre *Caballerorynchus sp* y las otras dos muestras).



## DISCUSIÓN

### Caracterización morfológica

La caracterización morfológica de los ejemplares recolectados en la localidad de Tuxpan los ubica como pertenecientes al género *Caballerorhynchus* debido a las características propias de este, tales como la presencia de una probóscide pequeña de forma claviforme con la presencia de 18 ganchos dispuestos en tres círculos de seis ganchos cada uno, característica no compartida con otros géneros (Salgado-Maldonado, 1977). Los ejemplares provenientes de Tuxpan (*Caballerorhynchus* sp.) son gusanos pequeños, tanto hembras como machos. La longitud del tronco de las hembras de *Caballerorhynchus* sp. se encuentra en un rango de (1.825-2.875mm) en comparación con *C. lamothei* (2.175-7.0mm). En los machos la longitud del tronco de *Caballerorhynchus* sp. va de (1.3-2,6 mm) mientras que *C. lamothei* (2.3- 4.0mm). El ancho del tronco es menor en *Caballerorhynchus* sp., en las hembras va de (260-470 $\mu$ m) en comparación con *C. lamothei* (310-990 $\mu$ m); en los machos de *Caballerorhynchus* sp. (260-470 $\mu$ m) mientras que *C. lamothei* (400-660 $\mu$ m). Es importante señalar que no en todas las estructuras analizadas de *Caballerorhynchus* sp. los rangos de medidas son de menores dimensiones que *C. lamothei*, por ejemplo, las estructuras relacionadas al sistema reproductivo (longitud de la campana uterina) es de mayor tamaño en hembras. Se ha demostrado a través de diversos estudios que los acantocéfalos presentan un grado significativo de variación morfológica (Lincicome & Cleave, 1949; Steinauer et al., 2007) y que esta aparente variación intraespecífica ha ayudado a identificar a nuevas especies (Steinauer et al., 2006). *Caballerorhynchus* sp. de la localidad de Tuxpan presenta una variación morfológica significativa en relación a la especie *C. lamothei*, lo que sugiere que es un grupo aún no descrito. Cabe destacar que esta caracterización morfológica se realizó

con un número mayor de caracteres morfológicos que los utilizados por Salgado-Maldonado (1977). Además, se añadió al hospedero *E. plumieri*, ya que en la descripción original de *C. lamothei* solo se incluyó a *D. auratus*.

### **Variación morfométrica entre poblaciones**

Los valores obtenidos entre los ACP de hembras entre hospederos y localidades son idénticos. Sin embargo, el arreglo de los ejemplares es diferente en cada uno de los análisis y lo mismo sucede para los machos.

Nueve características en machos y nueve en hembras fueron informativas y permitieron diferenciar poblaciones diferentes de *Caballerorhynchus* parásitos de *E. plumieri* y *D. auratus* en grupos independientes. Diversos trabajos en acantocéfalos, han utilizado este tipo de datos morfométricos con enfoque multivariado discriminatorio para separar especies, mediante el uso de diversas características incluyendo algunas de las utilizadas en este trabajo como lo es la longitud de la probóscide (Bullock, 1962; Amin, 1975; Caballero-Viñas et al., 2019), sin embargo, también es utilizada otra serie de atributos, por ejemplo Kennedy et al. (2004) utilizaron las posiciones de los ganchos de la probóscide así como la relación entre el número de ganchos anteriores y posteriores. En este tipo de estudios también se utilizan características de organismos machos como la longitud de las glándulas de cemento y testículos (Amin, 1975) y en el caso de las hembras, se utiliza el atributo largo y ancho de los huevos (Bullock, 1962). En este estudio, los caracteres longitud de la probóscide, longitud ancho anterior del cuello, longitud del ganglio cerebral, ancho del leminisco corto y longitud del tronco de las hembras de *C. lamothei* son significativamente menores cuando se encuentra parasitando a *Diapterus auratus*. Mientras que el ancho posterior de la probóscide, el ancho posterior del cuello, el ancho del ganglio cerebral y el largo del leminisco corto son

significativamente menores cuando parasitan a *Eugerres plumieri*. Esto sugiere que, el microambiente del hospedero genera variación en el parásito que le facilita la infección o en su defecto el desarrollo. Además, los caracteres mencionados podrían estar relacionados con la respuesta adaptativa al microambiente mencionado, pero únicamente en las hembras, por lo que se podría pensar en fenómenos de dimorfismo sexual por competencia intrasexual (hembras vs hembras). Los resultados de diversos trabajos han evidenciado que distintas especies de hospederos pueden ocasionar variaciones morfológicas, George & Marin (1992); Hochberg, Michalakis et al. (1992) determinaron que la especie de hospedero induce un efecto sobre la morfología del parásito, en características como el tamaño corporal, proporciones corporales, forma y tamaño de apéndices y caracteres sexuales. Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Amin et al. (2019) quienes realizaron un estudio en el acantocéfalo *Rhadinorhynchus laterospinosus* y determinaron que el tamaño corporal (largo y ancho) se vio afectado por la especie de hospedero que parasitan, estas diferencias también fueron encontradas anteriormente por Amin (1975) en *Acanthocephalus dirus* principalmente en las hembras, que fueron recolectadas durante el mismo año y periodo y alcanzaron mayor tamaño corporal en ciertos hospederos.

Los resultados también mostraron que las poblaciones de acantocéfalos se pueden separar de acuerdo con la localidad. Respecto a las hembras, se obtuvo que varían morfológicamente en un gradiente latitudinal, encontrando en las poblaciones intermedias (Catemaco y Boca del Rio) valores promedio para los atributos evaluados. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por varios autores (Hochberg, Michalakis et al., 1992; Poulin, 2007; Caballero-Viñas, Sánchez-Nava et al., 2019), principalmente en el hecho de que las estructuras que difieren son las relacionadas con la probóscide y tamaño del cuerpo. Los

resultados indican una gradación atribuible al ambiente o un proceso de especiación con una zona intermedia de hibridación, donde la población de Tuxpan representa una especie diferente de *Acanthocephala* de la procedente de Sontecomapan aunque para corroborar esta hipótesis se requieren fuentes adicionales de datos. Por otro lado, el que el segundo factor discriminante muestre una variación aleatoria independiente de la localidad sugiere que algunos atributos morfológicos responden a variables intrínsecas no evaluadas como la disponibilidad de alimentos e incluso la variación de la etapa de desarrollo en que se recolectaron las muestras de peces.

El patrón de variación latitudinal para los machos mostró que no todos los atributos se ajustan a tal estratificación, por lo que localidades intermedias como Boca del Río son similares con relación a la localidad del norte, Tamiahua. Es decir, no todos los elementos morfológicos responden a selección natural sino a particularidades de las localidades que pueden o no ser compartidas. Es importante resaltar que, tanto las hembras como los machos de la población de Tuxpan presentan mayor divergencia morfológica con respecto a las otras localidades y mayor homogeneidad al interior.

La variación intraespecífica en los organismos parásitos generalmente se puede atribuir a la divergencia debida a las adaptaciones ocasionadas por las diferencias al interior de sus hospederos. Sin embargo, esta variación también puede atribuirse a diferencias en las condiciones ambientales (Steinauer et al., 2007). La variación morfológica atribuible a las localidades podría estar relacionada con la heterogeneidad ambiental presente en las diferentes regiones en las que se recolectaron los parásitos, más específicamente a las ecorregiones marinas. Se tiene documentado que el Golfo de México se divide en ecorregiones marinas, las cuales están basadas principalmente en grandes masas y corrientes

de agua (Wilkinson et al., 2009). Las poblaciones estudiadas pertenecen a la ecorregión marina Golfo de México sur, las cuales se subdividen región Costera Nerítica Veracruzana y Nerítica Tabasqueña. Estas ecorregiones se caracterizan por estar bajo la influencia de la corriente marina del Lazo. Ortiz-Lozano et al. (2010) mencionaron que las corrientes litorales en el estado de Veracruz cuentan con varios patrones, uno de ellos está asociado al cambio en la dirección del viento (nortes a suradas o viceversa). La dirección de los vientos genera corrientes con características diferentes hacia el sur y el norte, hacia el sur de Tecolutla las corrientes paralelas a la costa se mueven hacia el sur, rumbo a Coatzacoalcos, mientras que al norte de los 20°, las corrientes van en dirección al norte, rumbo a Tampico. Estas corrientes en diferentes direcciones podrían estar ocasionando una barrera geográfica, en las poblaciones de acantocéfalos del norte y sur de Veracruz. Sin embargo, se necesitan estudios más detallados para corroborar esta hipótesis.

Por otro lado, se usó información morfológica de ejemplares de *C. lamothei* provenientes de la colección nacional de helmintos (CNHE), de la colección de helmintos de la UAEH y de los recolectados para la localidad de Tuxpan, Veracruz, para determinar si los ejemplares recolectados en el norte de Veracruz (Tuxpan) y en el sur descritos como *C. lamothei* (Sontecomapan) corresponden a grupos diferentes. El análisis de funciones discriminantes para los machos mostró que los organismos analizados no pertenecen al mismo grupo que los denominados como *Caballerorhynchus lamothei*, por lo que se consideran como un grupo aún no descrito ( $F_{(13,644)} = 39.702, p < 0.0001$ ), aun cuando 15 de los 58 individuos podrían ser asignados a la especie conocida (72.4% de la muestra tiene una asignación inequívoca a un grupo nuevo), por lo que se consideran intermedios, y así se les designó en el grupo de comparación para la ANOVA. Esto sugiere que en la muestra se

podrían encontrar confundidos individuos de dos poblaciones diferentes, o que existe hibridación.

De igual manera, el análisis de funciones discriminantes para los atributos de las hembras, mostró que no pertenecen al grupo ya descrito ( $F_{(13, 1040)} = 247.68$ ,  $p < 0.0001$ ). En este caso, solo 7 hembras se agrupan con la especie *sensu stricto*, 87.03% de la muestra se asigna de forma inequívoca a un nuevo grupo), por lo que se consideran intermedios para la ANOVA. El análisis de varianza para los scores mostró que existen diferencias significativas entre poblaciones y que las hembras intermedias en realidad corresponden a *Caballerorhynchus lamothei sensu stricto* ( $F_{(2, 1051)} = 4054.123$ ,  $p < 0.00001$ ). Estos análisis apoyan lo obtenido mediante el AFD's, en los cuales se separa a las poblaciones.

En el presente estudio se caracterizó a la población del género *Caballerorhynchus* perteneciente a Tuxpan, Veracruz con base en atributos que la distinguen del resto de las poblaciones, lo que destaca la importancia de realizar análisis morfológicos para la discriminación de especies. Por otro lado, el estudio morfológico de diferentes poblaciones del género *Caballerorhynchus* en el estado de Veracruz no se había llevado a cabo anteriormente, por lo que en este trabajo representa el primero para este acantocéfalo. Además, este estudio podría servir de base para en futuros análisis incluir a las ecorregiones marinas para explicar la variabilidad morfológica ya que no se tienen estudios de este tipo. También es necesario incluir datos moleculares para hacer más robusta la diferenciación de especies y sus relaciones filogenéticas.

## CONCLUSIONES

El registro de ejemplares del género *Caballerorhynchus* en los hospederos analizados ya se había realizado anteriormente. Sin embargo, con este trabajo se amplía la distribución geográfica a las localidades de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz. *Caballerorhynchus* sp. parásito de *E. plumieri* y *D. auratus*, se reporta por primera vez en el norte de Veracruz y se diferencia de *C. lamothei* a través de caracteres morfológicos.

A través de los análisis morfométricos realizados para machos y para hembras, se mostró que *Caballerorhynchus* sp., se distingue morfológicamente de *C. lamothei* por tener las siguientes estructuras de mayor tamaño: largo de la probóscide, ancho del leminisco, longitud del testículo posterior y longitud del tronco, estos caracteres permitieron la separación de tres poblaciones distintas en tres grupos independientes. Estos caracteres se consideran como diagnósticos para identificar el grupo aún no descrito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alemán-García J. B. 2006. Estudio morfológico de las especies de *Dollfusentis* Golvan, 1969 (Acanthocephala: Illiosentidae) de México Pachuca, Hidalgo. Licenciatura en Biología, Área de Biología, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 112 p.
- Amin O. M. 1975. Variability in *Acanthocephalus parksidei* Amin, 1974 (Acanthocephala: Echinorhynchidae). *Journal of Parasitology*: 61, 307.
- Amin O. M. 1986. Acanthocephala from lake fishes in Wisconsin: Host and seasonal distribution of species of the genus *Neoechinorhynchus* Hamann, 1892. *Journal of Parasitology*: 72, 111.
- Amin O. M. 1986. Acanthocephala from lake fishes in Wisconsin: Morphometric growth of *Neoechinorhynchus cylindratus* (Neoechinorhynchidae) and taxonomic implications. *Transactions of The American Microscopical Society*: 105, 375.
- Amin O. M. 1986. On the species and populations of the genus *Acanthocephalus* (Acanthocephala: Echinorhynchidae) from north american freshwater fishes: A cladistic analysis. *Proceedings of the Biological Society of Washington*: 99, 574.
- Amin O. M. 1987. Key to the families and subfamilies of Acanthocephala, with the erection of a new class (Polyacanthocephala) and a new order (Polyacanthorhynchida). *Journal of Parasitology*: 73, 12-16.
- Amin O. M., Heckmann R. A., Dallarés S., Constenla M. y Ha N. V. 2019. Morphological and molecular description of *Rhadinorhynchus laterospinosus* Amin, Heckmann y H. A., 2011 (Acanthocephala, Rhadinorhynchidae) from marine fish off the pacific coast of Vietnam. *Parasite*: 26, 14.



- Amin O. M. y Huffman D. G. 1984. Interspecific variability in the genus *Acanthocephalus* (Acanthocephala: Echinorhynchidae) from North American freshwater fishes, with a key to species. Proceedings of the Helminthological Society of Washington: 51, 238.
- Ayala-Castañares A. y Cruz R. 1969. Síntesis de los conocimientos sobre la geología marina de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México.
- Bautista-Hernández C. E., Monks S. y Pulido-Flores G. 2013. Comunidades de helmintos parásitos de algunas especies de peces de dos localidades de la huasteca hidalguense. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan: 1, 81.
- Brusca R. C. y Brusca G. J. 2003. Invertebrates. Sinauer Associates Inc., U. S. A. 936 pp.
- Buckner R. L. 1976. Evaluation of variation in species of *Fessisentis* (Acanthocephala), with observations on the life cycle of *Fessisentis fessus* Lincoln, Nebraska. Ph. D. Dissertation, University of Nebraska, 57 p.
- Bullock W. L. 1962. A new species of *Acanthocephalus* from New England fishes with observations on variability. Journal of Parasitology: 48, 442.
- Caballero-Viñas C., Sánchez-Nava P., Aguilar-Ortigoza C. y Rodríguez-Romero F. J. 2019. Variación intraespecífica en la probóscide de *Polymorphus trochus* (Polymorphida: Polymorphidae) de dos especies de aves dulceacuícolas (Gruiformes: Rallidae) en el Estado de México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie): 35, 1.
- Clabaut C., Bunje P. M. E., Salzburger W. y Meyer A. 2007. Geometric morphometric analyses provide evidence for the adaptive character of the tanganyikan cichlid fish radiations. In Evolution; international journal of organic evolution.
- CODEPAP C. d. D. d. P. 2016. Catemaco, Veracruz. "Published on the Internet:" <http://www.codepap.gob.mx/2016/06/13/catemaco-veracruz/>.

- CONABIO. 2022. Ecosistemas de México. "Published on the Internet:"  
<https://biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex>. 2022.
- Crovello T. J. 1970. Analysis of character variation in ecology and systematics. Annual Review of Ecology and Systematics: 1, 55
- Delgado-Serra S. 2015. Los helmintos parásitos que afectan al "erizo moruno" *Ateleurix algirus vagans*. Universitat de les Illes Balears, 32 p.
- García-Prieto L., García-Varela M. y Mendoza-Garfias B. 2014. Biodiversidad de Acanthocephala en México. Revista Mexicana de Biodiversidad: 85, 177.
- García-Prieto L., García-Varela M., Mendoza-Garfias B. y Pérez-Ponce de León G. 2010. Checklist of the Acanthocephala in wildlife vertebrates of México. Zootaxa: 2419, 1.
- George N. M. A. y Marin S. L. 1992. Effects induced by two host species, the South American seal *Arctocephalus australis* (Zimmerman), and the South American sea lion *Otaria byronia* (Blainville) (Carnivora; Otariidae), on the morphology and fecundity of *Corynosoma sp.* (Acanthocephala; Polymorphidae) in Uruguay. Revista Chilena De Historia Natural: 65, 183.
- Gleason L. N. y Huffman D. G. 1981. Meristogram analysis of a collection of *Pomphorhynchus bulbocolli* from South-Central Kentucky. Journal of Parasitology: 67, 133.
- Hammer Ø., Harper D. A. T. y Ryan P. D. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica: 4, 9.
- Hochberg M. E., Michalakis Y. y De Meeûs T. 1992. Parasitism as a constraint on the rate of life-history evolution. Journal of Evolutionary Biology: 5.
- INEGI I. N. d. E., Geografía e Informática. 2009. "Published on the Internet:"  
<http://www.inegi.gob.mx>. 2021.

- Kennedy C. R. 2006. Ecology of the Acanthocephala. Cambridge University Press, Cambridge, England. 249 pp.
- Lara-Lara J. R., Arenas-Fuentes V., Bazán-Guzmán C., Díaz-Castañeda V., Escobar-Briones E., García-Abad M. I. C., Gaxiola-Castro G., Robles-Jarero G., Sosa-Avalos R. y Soto-González L. 2008. Los ecosistemas marinos. Capital Natural de México: 1, 135.
- Lincicome D. R. y Van Cleave H. J. 1949. Distribution of *Leptorhynchoides thecatus*, a common acanthocephalan parasitic in fishes. American Midland Naturalist: 41, 421.
- Liu Y., Li Y., Song J., Zhang R., Yan Y. M., Wang Y. y Du F. K. 2018. Geometric morphometric analyses of leaf shapes in two sympatric chinese oaks: *Quercus dentata thunberg* and *Quercus aliena blume* (Fagaceae). Annals of Forest Science: 75.
- MacKenzie K. 1987. Parasites as indicators of host populations. International Journal for Parasitology: 17, 345.
- MacKenzie K., Williams H. H., Williams B., McVicar A. H. y Siddall R. 1995. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. Advances in Parasitology: 35, 85.
- Monks S. 2001. Phylogeny of the Acanthocephala based on morphological characters. Systematic Parasitology: 48, 81.
- Monks S. y Richardson D. J. 2011. Phylum Acanthocephala kohlreuther, 1771. In Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness, Z.-Q. Zhangs (ed.). Magnolia Press, Auckland, New Zealand p. 234.
- Mutanen M. y Pretorius E. 2007. Subjective visual evaluation vs traditional and geometric morphometrics in species delimitation: A comparison of moth genitalia. Systematic Entomology: 32.

- O'Mahony E. M., Kennedy C. R. y Holland C. V. 2004. Comparison of morphological characters in Irish and English populations of the acanthocephalan *Pomphorhynchus laevis* (Müller, 1776). *Systematic Parasitology*: 59, 147.
- Ortiz-Lozano L. D., Arceo-Briseño P., Granados-Barba A., Salas-Monreal D. y Jiménez-Badillo M. L. 2010. Zona costera . In Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz: I patrimonio natural, U. Veracruzanas (ed.).
- Paterson A. M. y Banks J. 2001. Analytical approaches to measuring cospeciation of host and parasites: Through a glass, darkly. *International Journal for Parasitology*: 31.
- <http://research.bmn.com/medline/search/results?uid=MDLN.21299475>, 1012
- Pérez-Ponce de León G. y García-Prieto L. 2001. Los parásitos en el contexto de la biodiversidad y la conservación. *Biodiversitas, Convention on Biological Diversity*: 6, 11.
- Pérez-Schultheiss J. 2017. ¿Qué es y cómo determinamos una especie? Museo Nacional de Historia Natural "Published on the Internet:" <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/que-es-y-como-determinamos-una-especie>. 2023.
- Pianka, E. R. 2011. *Evolutionary ecology*. Eric R. Pianka.
- Pinacho-Pinacho C. D. 2019. Conociendo los acantocéfalos en México. *Diario de Xalapa* "Published on the 2023".
- Poulin R. 2007. Investing in attachment: Evolution of anchoring structures in acanthocephalan parasites. *Biological Journal of the Linnean Society*: 90, 637.
- Pritchard M. H. y Kruse G. O. W. 1982. *The collection and preservation of animal parasites*. University of Nebraska Press, Lincoln, Nebraska. 141 pp.

- Randall J. E. y Vergara R. 1978. Gerreidae. "Published on the Internet:" <http://www.fao.org/fishery/sidp/3,1/en>. Accessed 10 Mayo 2018.
- Rodríguez-González A. y Vidal-Martínez V. M. 2008. Las comunidades de helmintos del lenguado (*Symphurus plagiusa*) en la costa de Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*: 79, 159.
- Rodríguez-Rivera I. A., Rodríguez-Ibarra A.E. y Monks S. 2019. Registro de *Caballerorhynchus lamothei* en *Eugerres plumieri* en la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México.
- Rohlf F. J., Loy A. y Corti M. 1996. Morphometric analysis of old world Talpidae (Mammalia, Insectivora) using partial-warp scores. *Systematic Biology*: 45, 344.
- Salgado-Maldonado G. 1976. Acantocéfalos de peces. Ii. Descripción de un género y especie nuevos (Acanthocephala: Leptorhynchoididae) parásito de *Centropomus robalito* de la laguna de Caimanero, Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*: 47, 1.
- Salgado-Maldonado G. 1976. Acantocéfalos de peces. Iii. Redescrición de *Dollfusentis chandleri* Golvan, 1969 (Acanthocephala: Illiosentidae) y descripción de una nueva especie del mismo género. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Series Zoología*: 47, 19.
- Salgado-Maldonado G. 1977. Acantocéfalos de peces. I. Descripción de *Caballerorhynchus lamothei* gen. nov., sp. nov. (Acanthocephala: Fessisentidae) parásito de *Diapterus olisthostomus* de Sontecomapan, Veracruz, México. In *Excerta parasitológica en memoria del doctor Eduardo Caballero y Caballero*. Instituto de Biología de la

- Universidad Nacional Autónoma de México, Publicación Especial, Ciudad de México p. 493.
- Salgado-Maldonado G. 1980. Sobre algunos acantocéfalos parásitos de peces de la República Mexicana, México. Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 142 p.
- Salgado-Maldonado G. 1985. Crecimiento alométrico y consideraciones taxonómicas sobre *Neoechinorhynchus golvani* Salgado-Maldonado, 1978 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) parásito de peces dulceacuicolas en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*: 2, 57.
- Schaldach J. y Escalante P. 1997. Lista de aves. In *Historia natural de los Tuxtlas* González Soriano E., Dirzo R. Vogts (eds.). México. UNAM, Instituto de Biología.
- Schmidt G. D., Roberts L. S., Janovy J. Jr. y Nadler S. A. 2009. *Foundations of parasitology*. McGraw-Hill, New York.
- Sheets H. D., Covino K. M., Panasiewicz J. M. y Morris S. R.. 2006. Comparison of geometric morphometric outline methods in the discrimination of age-related differences in feather shape. *Frontiers in Zoology*: 3, 15.
- StatSoft I. 2011. *Statistica* (data analysis software system), version 10. Inc.
- Steinauer M., Parham J. y Nickol B. 2006. Geographic analysis of host use, development, and habitat use of an acanthocephalan species, *Leptorhynchoides thecatus*. *Journal of Parasitology*, 464.
- Steinauer M. L., Nickol B. B. y Ort G. 2007. Cryptic speciation and patterns of phenotypic variation of a highly variable acanthocephalan parasite. *Molecular Ecology*: 16, 4097.

Veracruz G. d. E. 2019. Sistema de información municipal Boca del Río cuadernillos municipales. "Published on the Internet:" [http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2019/06/Boca-del-R%C3%ADo\\_2019.pdf](http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2019/06/Boca-del-R%C3%ADo_2019.pdf).

Wilkinson T. A. C., Wiken E., Hourigan T. F., Agardy T., Janishevski L., Madden C. y Padilla M. 2009. Marine ecoregions of North America. Commission for Environmental Cooperation. Montreal, Canada.

Zar J. H. 2006. Biostatistical analysis. Pearson, New Jersey, US.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Ejemplares analizados para este estudio.

No.	Helminto	Localidad	Hospedero	Sexo	No de colección
1	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-18-20-01-05
2	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-18-20-01-06
3	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-18-20-01-04
4	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-18-20-01-03
5	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-08-206-01-01
6	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-18-25-01-02
7	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-18-25-01-05
8	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-18-25-01-10
9	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-18-25-01-09
10	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	H	VER-18-25-01-01
11	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-30-02-11
12	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-30-02-07
13	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-30-02-06
14	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-46-01-02
15	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-46-01-04
16	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-30-02-02
17	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-30-02-01
18	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-33-01-05
19	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-33-01-04
20	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-33-01-03
21	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-33-01-02
22	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-18-33-01-01
23	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-18
24	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-15
25	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-14
26	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-13
27	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-08
28	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-01
29	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-04
30	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-12
31	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-02
32	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	VER-13-227-01-03
35	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	H	583-16
36	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	H	583-19
37	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	H	583-18
38	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	H	583-17



39	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	H	583-15
40	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	675-6
41	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	675-7
42	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	675-1
43	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	675-5
44	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	675-4
45	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	675-3
46	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	675-8
47	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	H	675-9
48	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Diapterus auratus</i>	H	2607-1
49	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Diapterus auratus</i>	H	2607-2
50	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Diapterus auratus</i>	H	2607-3
51	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Diapterus auratus</i>	H	2607-4
52	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Diapterus auratus</i>	H	2607-5
53	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Diapterus auratus</i>	H	2607-6
54	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Diapterus auratus</i>	H	2607-7
55	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	M	VER-19-12-01-03
56	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	M	VER-19-302-01-03
57	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	M	VER-18-20-01-20
58	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	M	VER-18-20-01-15
59	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	M	VER-19-302-01-02
60	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	M	VER-18-25-01-07
61	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	M	VER-18-25-01-08
62	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	M	VER-18-25-01-06
63	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Diapterus auratus</i>	M	VER-18-25-01-04
64	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-19-10-02-03
65	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-30-02-15
66	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-46-01-07
67	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-30-02-12
68	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-30-02-13
69	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-19-01-16
70	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-19-01-11
71	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-33-01-09
72	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-46-01-06
73	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-30-02-04
74	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER 18-30-02-05
75	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-13-227-01-16
76	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-47-02-04
77	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-13-227-01-10
78	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-13-227-01-11
79	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-13-227-01-09

80	<i>C. lamothei</i>	Tuxpan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-13-227-01-07
81	<i>C. lamothei</i>	Tamiahua	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-18-01-03
82	<i>C. lamothei</i>	Tamiahua	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-18-01-01
83	<i>C. lamothei</i>	Tamiahua	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-18-01-02
84	<i>C. lamothei</i>	Tamiahua	<i>Eugerres plumieri</i>	M	VER-18-18-01-03
85	<i>C. lamothei</i>	Catemaco	<i>Eugerres plumieri</i>	M	MX-97-058-03
86	<i>C. lamothei</i>	Catemaco	<i>Eugerres plumieri</i>	M	MX-97-058-04
87	<i>C. lamothei</i>	Catemaco	<i>Eugerres plumieri</i>	M	MX-97-058-06
88	<i>C. lamothei</i>	Catemaco	<i>Eugerres plumieri</i>	M	MX-97-058-07
89	<i>C. lamothei</i>	Catemaco	<i>Eugerres plumieri</i>	M	MX-97-058-09a
90	<i>C. lamothei</i>	Catemaco	<i>Eugerres plumieri</i>	M	MX-97-058-09b
91	<i>C. lamothei</i>	Catemaco	<i>Eugerres plumieri</i>	M	MX-97-058-10
92	<i>C. lamothei</i>	Catemaco	<i>Eugerres plumieri</i>	M	MX-97-058-11
93	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	675-12
94	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	675-11
95	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	675-10
96	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Eugerres plumieri</i>	M	675-2
97	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Diapterus auratus</i>	M	2607-8
98	<i>C. lamothei</i>	Sontecomapan	<i>Diapterus auratus</i>	M	648-1
99	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-9
100	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-1
101	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-2
102	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-11
103	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-14
104	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-13
105	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-12
106	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-10
107	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-8
108	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-7
109	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-6
110	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-5
111	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-3
112	<i>C. lamothei</i>	Boca del río	<i>Eugerres plumieri</i>	M	583-4

**Anexo 2.** Caracteres morfométricos.

	No.	Carácter
Ambos	1	Largo de la probóscide
	2	Ancho anterior de la probóscide
	3	Ancho posterior de la probóscide
	4	Largo del cuello
	5	Ancho anterior del cuello
	6	Ancho posterior del cuello
	7	Largo del receptáculo
	8	Ancho del receptáculo
	9	Largo del ganglio
	10	Ancho del ganglio
	11	Largo del leminisco (largo)
	12	Ancho del leminisco (largo)
	13	Largo del leminisco (corto)
	14	Ancho del leminisco (corto)
	15	Largo del tronco
	16	Ancho del tronco
Machos	17	Largo del testículo anterior
	18	Ancho del testículo anterior
	19	Largo del testículo posterior
	20	Ancho del testículo posterior
	21	Largo de las glándulas de cemento
	22	Ancho de las glándulas de cemento
	23	Largo del sistema reproductivo
Hembras	24	Largo de la campana uterina
	25	Ancho medio de la campana uterina
	26	Ancho superior de la campana uterina
	27	Largo del útero
	28	Ancho del útero
	29	Largo anterior de la vagina
	30	Ancho anterior de la vagina
	31	Largo de los huevos
	32	Ancho de los huevos

**Anexo 3.** Coeficientes de cada una de las variables obtenidos en el Análisis de Componentes Principales entre los diferentes hospederos para las hembras de *Caballerorynchus lamothei*.

<b>Variable</b>	<b>PC 1</b>	<b>PC 2</b>	<b>PC 3</b>
Largo de la probóscide	<b>0.81032</b>	-0.028596	0.30923
Ancho anterior de la probóscide	<b>0.81163</b>	-0.12982	0.13523
Ancho posterior de la probóscide	<b>0.83212</b>	-0.15648	0.14232
Largo del cuello	<b>0.75639</b>	-0.23963	-0.003971
Ancho anterior del cuello	<b>0.92524</b>	-0.07881	0.11928
Ancho posterior del cuello	<b>0.92237</b>	-0.028549	0.14617
Largo del receptáculo	0.53893	0.35774	-0.1464
Ancho del receptáculo	<b>0.70742</b>	0.28428	-0.047312
Largo del ganglio	-0.040859	0.17481	<b>-0.75264</b>
Ancho del ganglio	-0.010523	0.33507	<b>-0.71406</b>
Largo del leminisco (largo)	0.5497	0.5083	-0.41997
Ancho del leminisco (largo)	0.49975	0.58764	-0.36252
Largo del leminisco (corto)	0.59053	0.46721	-0.42699
Ancho del leminisco (corto)	0.56984	0.59328	-0.31222
Largo de la campana uterina	-0.26346	0.66694	0.5121
Ancho medio de la campana uterina	-0.32433	<b>0.76645</b>	0.35704
Ancho superior de la campana uterina	-0.42347	<b>0.70692</b>	0.37706
Largo del útero	-0.42632	0.50722	0.42836
Ancho del útero	-0.22821	0.55783	0.13706
Largo anterior de la vagina	0.32567	0.19346	0.38673
Ancho anterior de la vagina	0.45003	0.26679	0.45736
Largo de los huevos	0.32412	-0.23753	0.2708
Ancho de los huevos	0.53853	-0.22146	0.0083233
Largo del tronco	<b>0.78036</b>	0.044574	0.15816
Ancho del tronco	<b>0.76521</b>	0.016008	0.31851

**Anexo 4.** Coeficientes obtenidos en el Análisis de Componentes Principales entre las diferentes localidades/poblaciones para las hembras de *Caballerorynchus lamothei*.

<b>Variable</b>	<b>PC 1</b>	<b>PC 2</b>	<b>PC 3</b>
Largo de la probóscide	<b>0.81032</b>	-0.028596	0.30923
Ancho anterior de la probóscide	<b>0.81163</b>	-0.12982	0.13523
Ancho posterior de la probóscide	<b>0.83212</b>	-0.15648	0.14232

Largo del cuello	<b>0.75639</b>	-0.23963	-0.003971
Ancho anterior del cuello	<b>0.92524</b>	-0.07881	0.11928
Ancho posterior del cuello	<b>0.92237</b>	-0.028549	0.14617
Largo del receptáculo	0.53893	0.35774	-0.1464
Ancho del receptáculo	<b>0.70742</b>	0.28428	-0.047312
Largo del ganglio	-0.040859	0.17481	<b>-0.75264</b>
Ancho del ganglio	-0.010523	0.33507	<b>-0.71406</b>
Largo del leminisco (largo)	0.5497	0.5083	-0.41997
Ancho del leminisco (largo)	0.49975	0.58764	-0.36252
Largo del leminisco (corto)	0.59053	0.46721	-0.42699
Ancho del leminisco (corto)	0.56984	0.59328	-0.31222
Largo de la campana uterina	-0.26346	0.66694	0.5121
Ancho medio de la campana uterina	-0.32433	<b>0.76645</b>	0.35704
Ancho superior de la campana uterina	-0.42347	<b>0.70692</b>	0.37706
Largo del útero	-0.42632	0.50722	0.42836
Ancho del útero	-0.22821	0.55783	0.13706
Largo anterior de la vagina	0.32567	0.19346	0.38673
Ancho anterior de la vagina	0.45003	0.26679	0.45736
Largo de los huevos	0.32412	-0.23753	0.2708
Ancho de los huevos	0.53853	-0.22146	0.0083233
Largo del tronco	<b>0.78036</b>	0.044574	0.15816
Ancho del tronco	<b>0.76521</b>	0.016008	0.31851

**Anexo 5.** Coeficientes obtenidos en el Análisis de Componentes Principales entre los diferentes hospederos para los machos de *Caballerorynchus lamothei*.

<b>Variable</b>	<b>PC 1</b>	<b>PC 2</b>	<b>PC 3</b>
Largo de la probóscide	<b>0.73429</b>	-0.54509	0.11716
Ancho anterior de la probóscide	0.6515	-0.59554	0.10631
Ancho posterior de la probóscide	<b>0.73574</b>	-0.58801	0.15744
Largo del cuello	<b>0.73212</b>	-0.48489	0.12214
Ancho anterior del cuello	<b>0.76105</b>	-0.5679	0.08953
Ancho posterior del cuello	<b>0.78042</b>	-0.5286	0.089363
Largo del receptáculo	0.69111	0.32886	0.19623
Ancho del receptáculo	0.61631	0.46136	0.055965
Largo del ganglio	0.32159	-0.041409	0.60702
Ancho del ganglio	0.36095	-0.047804	0.58526
Largo del leminisco (largo)	-0.081105	0.35542	0.68479

Ancho del leminisco (largo)	0.049068	0.43905	<b>0.74194</b>
Largo del leminisco (corto)	0.039374	0.42965	<b>0.79839</b>
Ancho del leminisco (corto)	-0.033108	0.31878	<b>0.80074</b>
Largo del testículo anterior	0.63197	0.55726	-0.15949
Ancho del testículo anterior	0.47313	0.56611	-0.22805
Largo del testículo posterior	0.62055	0.56384	-0.14987
Ancho del testículo posterior	0.43447	0.56934	-0.30703
Largo de las glándulas de cemento	0.5749	0.16104	-0.12287
Ancho de las glándulas de cemento	0.16296	0.32697	-0.20962
Largo del sistema reproductivo	0.63984	0.59348	-0.25061
Largo del tronco	0.52879	0.21002	-0.34982
Ancho del tronco	0.61793	0.14008	-0.28413

**Anexo 6.** Coeficientes obtenidos en el Análisis de Componentes Principales entre las diferentes localidades/poblaciones para los machos de *Caballerorynchus lamothei*.

<b>Variable</b>	<b>PC 1</b>	<b>PC 2</b>	<b>PC 3</b>
Largo de la probóscide	<b>0.73429</b>	-0.54509	0.11716
Ancho anterior de la probóscide	0.6515	-0.59554	0.10631
Ancho posterior de la probóscide	<b>0.73574</b>	-0.58801	0.15744
Largo del cuello	<b>0.73212</b>	-0.48489	0.12214
Ancho anterior del cuello	<b>0.76105</b>	-0.5679	0.08953
Ancho posterior del cuello	<b>0.78042</b>	-0.5286	0.089363
Largo del receptáculo	0.69111	0.32886	0.19623
Ancho del receptáculo	0.61631	0.46136	0.055965
Largo del ganglio	0.32159	-0.041409	0.60702
Ancho del ganglio	0.36095	-0.047804	0.58526
Largo del leminisco (largo)	-0.081105	0.35542	0.68479
Ancho del leminisco (largo)	0.049068	0.43905	<b>0.74194</b>
Largo del leminisco (corto)	0.039374	0.42965	<b>0.79839</b>
Ancho del leminisco (corto)	-0.033108	0.31878	<b>0.80074</b>
Largo del testículo anterior	0.63197	0.55726	-0.15949
Ancho del testículo anterior	0.47313	0.56611	-0.22805
Largo del testículo posterior	0.62055	0.56384	-0.14987
Ancho del testículo posterior	0.43447	0.56934	-0.30703
Largo de las glándulas de cemento	0.5749	0.16104	-0.12287
Ancho de las glándulas de cemento	0.16296	0.32697	-0.20962
Largo del sistema reproductivo	0.63984	0.59348	-0.25061

Largo del tronco	0.52879	0.21002	-0.34982
Ancho del tronco	0.61793	0.14008	-0.28413

**Anexo 7.** Coeficientes canónicos estandarizados obtenidos por el Análisis de Funciones Discriminantes entre los diferentes hospederos para las hembras de *Caballerorynchus lamothei*.

<b>Atributo</b>	<b>F1</b>
Largo de la probóscide	<b>-3.22999</b>
Ancho anterior de la probóscide	-0.78969
Ancho posterior de la probóscide	<b>3.01059</b>
Largo del cuello	<b>-1.12535</b>
Ancho anterior del cuello	<b>-2.31341</b>
Ancho posterior del cuello	<b>6.19452</b>
Largo del receptáculo	-0.08847
Ancho del receptáculo	-0.29293
Largo del ganglio	<b>-1.88115</b>
Ancho del ganglio	<b>2.07503</b>
Largo del leminisco (largo)	-0.50051
Ancho del leminisco (largo)	0.33476
Largo del leminisco (corto)	<b>1.37848</b>
Ancho del leminisco (corto)	<b>-1.43151</b>
Largo de la campana uterina	0.37297
Ancho medio de la campana uterina	-0.21478
Ancho superior de la campana uterina	0.5561
Largo del útero	-0.02285
Ancho del útero	0.51259
Largo anterior de la vagina	-0.38202
Ancho anterior de la vagina	-0.2983
Largo de los huevos	0.13956
Ancho de los huevos	0.62318
Largo del tronco	<b>-1.40904</b>
Ancho del tronco	0.21511
<b>Eigenvalue</b>	2.65483
<b>Cum. Prop.</b>	1
<b>Lambda de Wilks</b>	0.273611
<b>Chi-Sqr (25 gl)</b>	48.60185
<b>p</b>	0.0031

**Anexo 8.** Coeficientes canónicos estandarizados obtenidos por el Análisis de Funciones Discriminantes entre las diferentes localidades para las hembras del género *Caballerorynchus*.

<b>Atributo</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>
Largo de la probóscide	0.50281	<b>1.80047</b>
Ancho anterior de la probóscide	0.9963	-0.46474
Ancho posterior de la probóscide	<b>-1.23876</b>	-0.4173
Largo del cuello	-0.71686	0.33846
Ancho anterior del cuello	0.08573	-0.12342
Ancho posterior del cuello	<b>-1.14948</b>	<b>-1.42361</b>
Largo del receptáculo	-0.47845	-0.73442
Ancho del receptáculo	0.88923	0.28347
Largo del ganglio	<b>-1.80351</b>	<b>2.74987</b>
Ancho del ganglio	<b>1.77793</b>	<b>-2.85838</b>
Largo del leminisco (largo)	-0.71574	0.94904
Ancho del leminisco (largo)	0.45054	0.4455
Largo del leminisco (corto)	0.44759	0.46466
Ancho del leminisco (corto)	-0.58443	-0.76555
Largo de la campana uterina	0.77782	0.62838
Ancho medio de la campana uterina	0.17109	0.19902
Ancho superior de la campana uterina	-0.81997	-0.80776
Largo del útero	-0.19321	0.4809
Ancho del útero	-0.22154	-0.63101
Largo anterior de la vagina	0.06975	0.6556
Ancho anterior de la vagina	-0.58473	0.47565
Largo de los huevos	0.3787	-0.18101
Ancho de los huevos	-0.24646	-0.46219
Largo del tronco	0.48411	0.38313
Ancho del tronco	<b>1.20908</b>	-0.37877
<b>Eigenvalue</b>	4.34407	1.10626
<b>Cum. Prop.</b>	0.79703	1
<b>Lambda de Wilks</b>	0.08	0.47
<b>Chi-Sqr (50, 24 gl)</b>	89.57	27.56
<b>P</b>	0.0005	0.278

**Anexo 9.** Coeficientes canónicos estandarizados obtenidos por el Análisis de Funciones Discriminantes entre las diferentes localidades para los machos del género *Caballerorynchus*.

<b>Atributo</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
-----------------	-----------	-----------	-----------



Largo de la probóscide	-0.68666	0.25947	<b>1.247615</b>
Ancho anterior de la probóscide	0.29106	-0.64772	0.00324
Ancho posterior de la probóscide	<b>1.4734</b>	<b>1.36872</b>	-0.831644
Largo del cuello	<b>-1.00597</b>	-0.74281	-0.89514
Ancho anterior del cuello	-0.39386	<b>1.09877</b>	0.518735
Ancho posterior del cuello	0.57783	<b>-1.19813</b>	-0.248922
Largo del receptáculo	0.31994	0.20516	0.044488
Ancho del receptáculo	-0.68791	0.14984	0.011557
Largo del ganglio	<b>1.61544</b>	0.49552	0.368226
Ancho del ganglio	<b>-1.67016</b>	-0.29876	-0.377571
Largo del leminisco (largo)	0.87889	-0.66838	<b>1.014859</b>
Ancho del leminisco (largo)	-0.15366	-0.74038	-0.937476
Largo del leminisco (corto)	-0.28616	0.71716	-0.504608
Ancho del leminisco (corto)	0.29872	-0.41481	0.366256
Largo del testículo anterior	-0.08664	0.13475	0.356827
Ancho del testículo anterior	0.08407	-0.75743	0.012808
Largo del testículo posterior	-0.32607	-0.22937	-0.312209
Ancho del testículo posterior	0.13682	0.33017	0.44974
Largo de las glándulas de cemento	-0.47636	0.03986	-0.236495
Ancho de las glándulas de cemento	-0.23422	-0.20676	0.679634
Largo del sistema reproductivo	0.36545	0.28065	-0.222614
Largo del tronco	-0.36906	-0.8108	0.072554
Ancho del tronco	-0.35234	0.03515	0.261259
<b>Eigenvalue</b>	3.40793	1.91854	1.779835
<b>Cum. Prop.</b>	0.41552	0.64944	0.866449
<b>Lambda de Wilks</b>	0.013	0.058	0.17
<b>Chi-Sqr (92, 66, 42 gl)</b>	185.61	121.82	75.7
<b>P</b>	>0.0001	>0.0001	0.001

**Anexo 10.** Análisis de factores con rotación varimax normalizado para los machos.

<b>Variables</b>	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
Largo de la probóscide	0.081977	0.972981	0.204524	0.063192
Ancho anterior de la probóscide	0.385342	0.20205	0.81551	0.341323
Ancho posterior de la probóscide	0.389732	0.22555	0.811962	0.348598
Largo del cuello	0.516086	0.170107	0.68194	0.447198
Ancho anterior del cuello	0.512037	0.203258	0.683094	0.427975
Ancho posterior del cuello	0.524255	0.186944	0.676359	0.434074
Largo del receptáculo	0.645946	0.136329	0.471522	0.512684
Ancho del receptáculo	0.686815	0.119534	0.430195	0.503032

Largo del ganglio	0.484468	0.11648	0.481649	0.608306
Ancho del ganglio	0.492721	0.114887	0.492216	0.598165
Largo del leminisco (largo)	0.500784	0.077286	0.379751	0.745367
Ancho del leminisco (largo)	0.510418	0.090174	0.376741	0.746401
Largo del leminisco (corto)	0.502639	0.081761	0.378206	0.761369
Ancho del leminisco (corto)	0.478781	0.08852	0.388896	0.763383
Largo del testículo anterior	0.75183	0.106649	0.422785	0.4701
Ancho del testículo anterior	0.759464	0.10433	0.390728	0.465327
Largo del testículo posterior	0.748863	0.111284	0.41474	0.469281
Ancho del testículo posterior	0.765202	0.085783	0.390231	0.453319
Largo de las glándulas de cemento	0.652066	0.119336	0.494471	0.464262
Ancho de las glándulas de cemento	0.656421	0.065426	0.406968	0.492916
Largo del sistema reproductivo	0.76852	0.098109	0.411865	0.449738
Largo del tronco	0.701048	0.116927	0.45675	0.420703
Ancho del tronco	0.687149	0.120518	0.490807	0.41566
<b>Expl.Var</b>	<b>8.168807</b>	<b>1.330198</b>	<b>5.902354</b>	<b>6.206207</b>
<b>Prp.Totl</b>	<b>0.355166</b>	<b>0.057835</b>	<b>0.256624</b>	<b>0.269835</b>
<b>Eigenvalue</b>	<b>20.01651</b>	<b>1.09971</b>	<b>0.49565</b>	<b>0.44283</b>
<b>% Total</b>	<b>87.02832</b>	<b>4.78133</b>	<b>2.15499</b>	<b>1.92536</b>
<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>20.01651</b>	<b>21.11622</b>	<b>21.61187</b>	<b>22.0547</b>
<b>Cumulative %</b>	<b>87.0283</b>	<b>91.8097</b>	<b>93.9646</b>	<b>95.89</b>

**Anexo 11.** Análisis de factores con rotación varimax normalizado para las hembras.

<b>Variables</b>	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
Largo de la probóscide	0.68768	0.073686	0.575786	0.361138
Ancho anterior de la probóscide	0.68798	0.058924	0.590831	0.326402
Ancho posterior de la probóscide	0.53721	0.130607	0.730714	0.305653
Largo del cuello	0.40871	0.171108	0.836059	0.202638
Ancho anterior del cuello	0.43895	0.191963	0.741057	0.386095
Ancho posterior del cuello	-0.10131	0.981429	0.142874	0.06987
Largo del receptáculo	0.67082	0.051082	0.5374	0.363613
Ancho del receptáculo	0.57371	0.107624	0.567587	0.43118
Largo del ganglio	0.75459	-0.008349	0.471152	0.177571
Ancho del ganglio	0.78312	-0.020342	0.424709	0.2154
Largo del leminisco (largo)	0.67264	0.030623	0.463172	0.336202
Ancho del leminisco (largo)	0.53901	0.089116	0.517741	0.255073
Largo del leminisco (corto)	0.68205	0.030711	0.451645	0.337359
Ancho del leminisco (corto)	0.56215	0.095337	0.502626	0.287641

Largo de la campana uterina	0.85006	-0.032001	0.380541	0.280496
Ancho medio de la campana uterina	0.8626	-0.044554	0.346903	0.280414
Ancho superior de la campana uterina	0.86574	-0.044228	0.367211	0.236283
Largo del útero	0.88092	-0.050524	0.3368	0.263757
Ancho del útero	0.85397	-0.035662	0.391201	0.227295
Largo anterior de la vagina	0.70992	0.031075	0.552366	0.285947
Ancho anterior de la vagina	0.67568	0.051573	0.573718	0.302683
Largo de los huevos	0.67968	0.040841	0.622591	0.244721
Ancho de los huevos	0.63015	0.06393	0.662796	0.231081
Largo del tronco	0.46452	0.135859	0.445251	0.712785
Ancho del tronco	0.53934	0.115724	0.526446	0.575563
<b>Expl.Var</b>	<b>11.13852</b>	<b>1.138897</b>	<b>7.038683</b>	<b>2.756472</b>
<b>Prp.Totl</b>	<b>0.44554</b>	<b>0.045556</b>	<b>0.281547</b>	<b>0.110259</b>
<b>Eigenvalue</b>	<b>21.82471</b>	<b>1.43537</b>	<b>0.44703</b>	<b>0.36307</b>
<b>% Total</b>	<b>87.29882</b>	<b>5.74148</b>	<b>1.7881</b>	<b>1.45227</b>
<b>Cumulative</b>	<b>21.82471</b>	<b>23.26007</b>	<b>23.7071</b>	<b>24.07017</b>
<b>Cumulative</b>	<b>87.2988</b>	<b>93.0403</b>	<b>94.8284</b>	<b>96.2807</b>

---